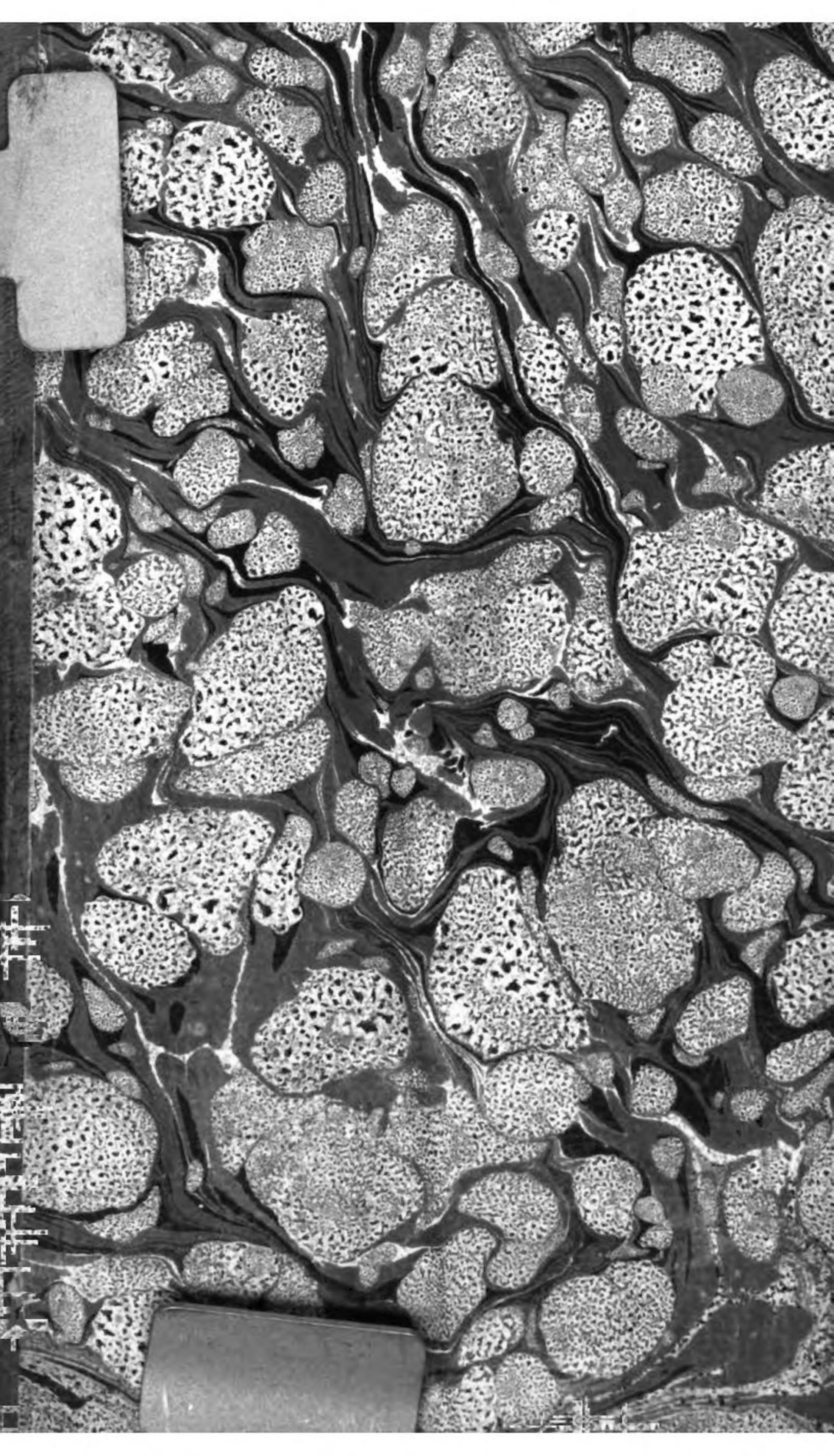
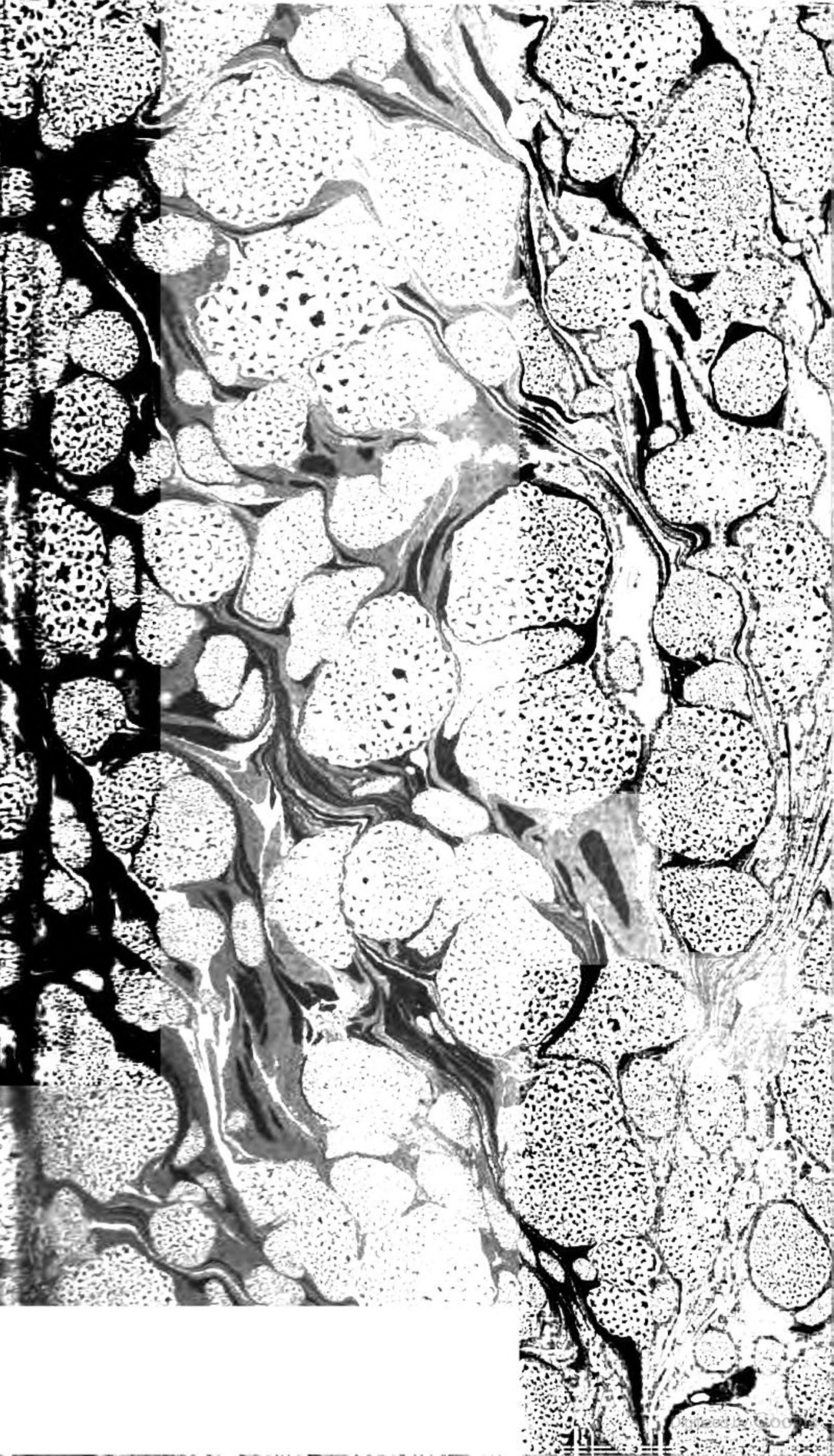
image
not
available

image
not
available





Physikalisches Wörterbuch

oder

Versuch

einer Erklärung der vornehmsten Begriffe
und Kunstwörter

der Naturlehre

mit kurzen Nachrichten von der Geschichte
der Erfindungen und Beschreibungen der
Werkzeuge begleitet
in alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Samuel Traugott Gehler
Oberhofgerichtsassessorn und Senatorn zu Leipzig, auch der
ökonomischen Societät daselbst Ehrenmitgliede.

Zweyter Theil
von Erd bis Lin
mit sechs Kupfertafeln, Taf. VIII. bis XIII.



Neue Auflage.

Leipzig,
im Schwickertschen Verlage 1798.

Physikalisches Wörterbuch

oder

Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstworte der Naturlehre, in alphabetischer Ordnung.

E

Erdäquator, s. **Aequator der Erde.**

Erdaxe, Axis terrae, *Axe de la terre.* Die gerade Linie von einem Pole der Erde zum andern. Diese Linie bleibt bey der täglichen Umdrehung der Erdkugel unbewegt, und heißt daher auch die **Axe der Umdrehung** (Axis rotationis) der Erde. Sie ist die Axe des Erdäquators und aller mit ihm parallel laufenden Kreise, durch deren Mittelpunkte sie geht, s. Axe. Ihre Größe wird bey dem Worte: **Erdkugel** angegeben.

Erdbeben, Terrae motus, *Tremblement de terre.* Eine Erschütterung eines Theils der Erdfläche, welche eine längere oder kürzere Zeit hindurch anhält, und oft mit den gewaltsamsten und schrecklichsten Folgen begleitet ist. Die Erdbeben haben auf der Oberfläche unserer Erdkugel die ausgezeichnetsten Veränderungen hervorgebracht, ganze Striche Landes mit Trümmern überschüttet, Länder, die vom Meere bedeckt waren, aufs Trockne versetzt, Inseln aus dem Schooße des Meeres emporgehoben, Berge gespalten oder eingestürzt, ansehnliche Theile vom festen Lande abgerissen, das Meer von seinem Grunde erhoben, die fürchterlichsten Ueberschwemmungen veranlasset, den Lauf der Flüsse verändert, die blühendsten Städte zertrümmert, und ihre unglücklichen Einwohner unter den Ruinen ihrer Wohnungen begraben.

Schon die ältesten Schriftsteller erwähnen solcher durch Erdbeben angerichteten Verwüstungen, und der Veränderungen, welche die Erdfläche dadurch erlitten hat. Besonders sind diejenigen Länder und Gegenden, welche in den

Nachbarschaft von Vulkanen oder heißen Quellen und nicht weit vom Meere liegen, den Erdbeben ausgesetzt gewesen. So hat man schon bey den Alten geglaubt, daß Sicilien von dem festen Lande durch eine Erderschütterung abgetrennt worden sey. Die Städte Herculanum und Pompeji wurden nach dem **Seneca** (Quaest. nat. VI. 1.) unter Nerons Regierung fast gänzlich durch ein Erdbeben zerstört, sechszehn Jahre darauf aber durch einen Ausbruch des Vesuvs unter vulkanische Asche begraben. In Sicilien hat man nach einem chronoligischen Verzeichnisse, welches Hr. **Lichtenberg** (Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgesch. II. B. 2. St. S. 109.) mittheilt, seit dem Jahre 1169 fast eben so viel Erdbeben, als Ausbrüche des Aetna gezählet. Die äolischen oder liparischen Inseln, welche nach den Berichten der Alten durch Erdbeben aus dem Meere hervorgegangen sind, zeigen noch jetzt die deutlichsten Spuren von Vulkanen und vulkanischen Produkten. Fast in allen Ländern, welche häufige Erderschütterungen erlitten haben, findet man auch deutliche Spuren ehemaliger Vulkane, z. B. in Peru, den mittäglichen Provinzen Frankreichs u. s. w. Sehr oft sind auch die Bewegungen der feuerspeyenden Berge mit Erderschütterungen begleitet, welche bey dem völligen Ausbruche aufhören, so daß man an dem augenscheinlichen Zusammenhange der Erdbeben mit den Vulkanen keinesweges zweifeln kan.

Die fürchterlichsten Erdbeben der neuern Zeiten sind die von den Jahren 1746, 1755, 1774 und 1783 gewesen. Das erstere verwüstete Callao, und die Stadt **Lima**, welche schon seit dem 15ten Jahrhunderte häufigen Anfällen des Erdbebens ausgesetzt gewesen war. Am ersten November 1755 ward **Lissabon** durch ein schreckliches Erdbeben zerstört, welches man zu gleicher Zeit auf einem sehr großen Theile der Erdfläche von Grönland an bis nach Afrika empfand. In Norwegen, Schweden, Deutschland, der Schweitz, und mehrern Orten bemerkte man es zwar nur an den ungewöhnlichen Bewegungen des Wassers; aber verschiedene Orte in Frankreich, fast ganz Spanien, Marocco, Salee, Fez, Tetuan und Cadix wurden von ernst-

haftern Folgen desselben betroffen. Selbst in Amerika bemerkte man Spuren dieser Erschütterung. Sie ward von einer gewaltsamen Erhebung des Meeres begleitet, welche eine fast allgemeine Ueberschwemmung der westlichen Küsten unsers festen Landes veranlassete. Das Gewässer des Lago ergoß sich zu verschiedenen malen über die Trümmern der bereits zerstörten Stadt. (s. *Sam. Christ. Hollmann* de terrae motibus, inprimis nupero Vlyssipponensi, in Sylloge Commentat. p. 1.) Ein drittes eben so schreckliches Erdbeben verwüstete im Jahre 1774 **Guatimala**; und ein viertes verheerte im Februar 1783 ganz **Calabrien** und Messina. (Man sehe des Ritter **Hamilton** Erzählung hievon, Philos. Trans. Vol. LXXIII. P. I. übersetzt unter der Aufschrift: Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien ꝛc. aus dem Englischen von **G. F. Wehrs**, Hannover. 4.)

Man hat oft wahrgenommen, daß die Erdbeben auf vorzüglich nasse Jahre folgen, daß vor ihrem Ausbruche häufige Sternschnuppen, Feuerkugeln und andere leuchtende Meteore, schweflich riechende Dämpfe, eine heiße drückende und das Sonnenlicht rothfärbende Luft mit dicken und schwarzen Wolken, vorhergehen; ob sie gleich bisweilen auch nach einer vollkommnen Stille und Heiterkeit der Luft erfolgt sind. Gewöhnlich scheinen die Thiere vorher von Schrecken und Aengstlichkeit befallen zu werden, die sie durch Geheul und Winseln ausdrücken; die Vögel fliegen unruhig hin und her: oft hört man auch ein Getöse, wie einen unterirdischen Donner, wie das Abfeuern des schweren Geschützes, oder wie ein Krachen und Zischen; an mehrern Orten treten die Gewässer der Flüsse, Brunnen und Quellen zurück, und kommen erst nach einiger Zeit trüb und mit Erde oder Sand vermischt, wieder. Fast allezeit sind die Erdbeben mit heftigen Bewegungen des Meeres begleitet, welches abwechselnd zurücktritt und sich wieder erhebet; die Schiffe stoßen in den Häfen gegen einander, und selbst in der ofnen See bemerkt man außerordentliche Erschütterungen.

Die **Wirkung** der Erdbeben selbst äußert sich durch

dreyerley Bewegungen, wovon man bisweilen nur eine oder zwo, bisweilen aber alle drey bemerket. Die erste besteht aus horizontalen Schwingungen des Bodens, welche, wenn sie heftig und anhaltend sind, den Grund sammt allem, was darauf stehet, zerstören. Diese Bewegung fand sich hauptsächlich bey dem Erdbeben zu Lissabon. Die zwote besteht in aufwärts gerichteten Stößen, wodurch die Erdrinde in die Höhe gehoben wird, oft auch bricht, und ganz oder zum Theile wieder einsinket. Das Wasser folget wegen seiner Flüßigkeit dieser Bewegung noch geschwinder, als die Erdrinde, so wie der Tago zu Lissabon auf einmal zurücktrat, und binnen vier Minuten wieder 30 Fuß über seine gewöhnliche Höhe emporstieg. Die dritte Bewegung gleichet einer Explosion oder gewaltsamen und nach allen Seiten wirkenden Zersprengung, wobey mehrentheils Flammen aus der Erde hervorbrechen, und durch die gerissenen Oefnungen Wasser, Asche, Erde und Steine ausgeworfen werden. Hiebey zeigt sich die Aehnlichkeit mit den Vulkanen am deutlichsten. Solche Explosionen zerstörten im Jahre 1746 binnen drey Minuten den größten Theil der Stadt Lima, überschwemmten Callao, versenkten 23 Schiffe, und ließen von 4000 Personen nur 200 entkommen. Es brachen dabey in einer Nacht vier Vulkane aus. Dies ist der höchste und schrecklichste Grad der Erdbeben, nach dessen Erreichung sie auch gemeiniglich nachlassen.

Die Stöße der Erdbeben folgen bisweilen langsam, mit dazwischen fallenden langen Pausen, bisweilen mit großer Geschwindigkeit auf einander. In Lima empfand man deren in 24 Stunden über zweyhundert. Sie nehmen gewöhnlich einen gewissen Strich, daher oft Gebäude, die außerhalb dieses Striches liegen, verschont bleiben, dagegen andere ganz nahe liegende auf die entgegengesetzte Seite geworfen werden. Auch die Dauer dieser ganzen fürchterlichen Begebenheit ist sehr verschieden; in Amerika haben die Erdbeben oft Jahre lang an einerley Orte gewüthet, und fast täglich ihre Stöße erneuert. Die meisten Erdbeben erstrecken sich nur über eingeschränkte Gegenden; viele aber breiten sich auch durch einen ungeheuren Umfang aus,

wie das in Kleinasien (Plin. H. N. II. 84.), welches im Jahre 17 nach C. G. dreyzehn große Städte in einer Nacht zerstörte, und sich durch einen Kreis von 300 Meilen im Durchmesser verbreitete, oder das vom 1sten Nov. 1755, dessen weiten Umfang wir schon im Vorigen angeführt haben.

Man kan leicht denken, daß die Physiker zur Erklärung einer so auffallenden Naturbegebenheit mancherley Versuche gemacht haben. Da man ihren unläugbaren Zusammenhang mit den Vulkanen gar bald gewahr ward, so hat man sie gemeinschaftlich mit denselben aus dem unterirdischen Feuer erklärt, unter welchem man sich in ältern Zeiten ein sogenanntes Centralfeuer vorstellte, welches die Mitte der Erdkugel ausfüllen sollte, s. **Centralfeuer**. Diese groben Begriffe verlohren sich mit der Zeit, und man fieng an, theils auf andere Ursachen der Erdbeben, z. B. unterirdische Winde, Dämpfe u. dgl. zu denken, theils das unterirdische Feuer näher an die Oberfläche der Erde zu setzen, und die Entstehung desselben aus den Entzündungen der Kieße und anderer brennbaren Mineralien herzuleiten, s. **Vulkane**.

Eine der berühmtesten neuern Hypothesen über die Ursache der Erdbeben ist die des D. **William Stukeley** (Letter to Martin Folkes on the causes of Earthquakes, Philos. Trans. Vol. XLVI. no. 497. The philosophy of Earthquakes natural and religious. London, 1750. 8.), welcher sie ganz von der Elektricität herleiten will. Zwey zu London am 8. Febr. und 8. März 1749 verspürte ziemlich schwache Erdbeben hatten ihm dazu Gelegenheit gegeben. Er bestreitet zuerst die Meynung, daß sie von Explosionen, welche den Erdboden erheben, herrühren könnten, mit einigen nicht sehr starken Gründen. Es sey, sagt er, noch unerwiesen, daß die Erde so viele Klüfte und Höhlen habe, man habe bey der letztern Erschütterung, die sich doch auf dreyßig Meilen im Durchmesser erstreckt, keinen Dampf, Rauch oder Geruch bemerkt, das System der Brunnen und Quellen sey nicht gestört worden; die Theorie der Minenlehre, daß eine 30 Meilen weit reichende Erschütterung eine 15—20 Meilen tiefe wirkende Kraft erfordere, und

nach eben dieser Theorie müßte das Erdbeben in Kleinasien im 17ten Jahre nach C. G. aus einer Tiefe von 200 Meilen herauf und mit einer Kraft gewirkt haben, welche durch Dämpfe gar nicht hervorgebracht werden könnte. Man sieht, daß er theils aus Bemerkungen schließet, die bey sehr schwachen Erschütterungen gemacht, und bey weitem nicht allgemein sind, theils aber auch die Theorie der Minen auf einen Fall anwendet, wobey das Regelmäßige, das sie voraus setzt, nicht mehr statt findet.

Er sucht es hierauf wahrscheinlich zu machen, daß das Erdbeben in einer elektrischen Erschütterung bestehe, zeigt aus der vorhergegangnen Witterung und Fruchtbarkeit, aus den Nordlichtern und Meteoren ꝛc., daß die Atmosphäre zur Zeit der londner Erdbeben vorzüglich elektrisch gewesen sey. Wenn sich nun eine unelektrische Wolke dieser Atmosphäre genähert, und ihren Gehalt auf die höchstelektrische Erde entladen habe, so müsse daraus eine Erschütterung der Erdfläche entstanden seyn, aus welcher er alle Phänomene der damaligen londner Erdbeben ganz ungezwungen erkläret. **Dom Andreas Bina** (Ragionamente sopra la cagione de' terremoti, in Perugia, 1751. 4.) leitet die Erdbeben ebenfalls aus dem leidner Versuche her, und läßt unterirdische Wasserbehälter mit Schwefel und Pech umzogen, die Stelle der geladnen Flaschen vertreten. **D. Hales** (Some considerations on the causes of Earthquakes, in d. Philos. Trans. Vol. XLVI. no. 497.) begnügt sich damit, bloß die schwächern Erschütterungen, welche nicht durch nahe Vulkane verursachet werden, für Wirkungen der Entzündung aufsteigender Schwefeldämpfe durch das Blitzen einer schweflichten Wolke zu erklären.

Beccaria (Lettere dell'elettricismo, Bologna 1758. 4.) trug die Erklärung der Erdbeben aus der Elektricität auf eine bessere Art vor, zu einer Zeit, da man schon richtigere Begriffe von der Entstehung des Blitzes und von den elektrischen Erschütterungen hatte. Er nahm hiebey eine Störung des Gleichgewichts der Elektricität tief im Innersten der Erde an, welche durch mehrere erschütternde Schläge gegen die Atmosphäre, oder gegen andere Theile der Erd-

fläche wieder gehoben werde. Er benützt die Umstände, daß bey den meisten Ausbrüchen der Vulkane, besonders des Vesuvs, aus den aufsteigenden Dampfsäulen häufige Blitze ausbrechen, daß bey den Erdbeben selbst Blitze in der Luft entstehen, und Flammen aus der Erde hervorbrechen, daß man ein Getöse, gleich einem Donner, höret, und daß endlich die Stöße der Erdbeben kein allmähliges Heben, wie man etwa von andern Ursachen erwarten könnte, sondern augenblickliche Erschütterungen, wie die elektrischen Schläge, sind, welche sich sogar durch das Wasser mittheilen, so daß sie auf den Schiffen, viele Meilen weit von den Küsten, gefühlt werden, als ob das Schiff gegen eine Klippe stieße. Er führt noch überdies den Versuch an, daß der elektrische Schlag durch ein Metall zwischen zwo Glasplatten geleitet, die Hand erschüttert, welche die Glasplatten festhält.

Diesen Versuch hat man in der Folge dem Erdbeben noch ähnlicher zu machen gesucht. **Cavallo** (Vollständige Abhdl. der Lehre v. der Elektr. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 184 und 234.) legt die Enden zweener Dräthe auf ein Glas, so daß sie mit einander in einer geraden Linie liegen, und etwa einen Zoll weit von einander abstehen, setzt zwischen dieselben auf das Glas ein starkes Stück Elfenbein, mit einem Gewichte beschwert, worauf sich kleine Kartenhäuschen befinden, und läßt den Schlag einer Batterie durch die Dräthe zwischen dem Glase und Elfenbein hindurchgehen. Das Glas wird dabey mehrentheils zerbrochen, und die Kartenhäuser leiden eine starke Erschütterung. Alles dieses aber ist ein bloßes Spielwerk, und keinesweges geschickt, den Ursprung der Erdbeben aus der Elektricität zu erweisen. Cavallo gesteht auch selbst, (S. 56.) daß die Erklärungen so vieler Naturbegebenheiten aus der Elektricität auf den ersten Blick ausschweifend scheinen, und begehrt nur, daß man sie als Muthmaßungen zulasse, welche bey Gelegenheit weiter untersucht werden könnten.

Inzwischen hat man besonders in Frankreich die Erdbeben mit vieler Zuverläßigkeit für unterirdische Gewitter angesehen und gänzlich für elektrische Wirkungen erklären wol-

len. Wenn auch gleich Einige dabey unterirdisches Feuer und Dämpfe mitwirken lassen, so leiten sie doch wenigstens den Ursprung der Entzündung von Blitzen her, die sich im Innern der Erde erzeugen sollen. Der Abbé Bertholon de St. Lazare (Journal de Physique de l'Abbé *Rozier*, Août 1779.) hat auf diese Hypothese sogar einen Vorschlag gegründet, ganze Gegenden vor den Wirkungen der Erdbeben zu schützen. Er räth an, in dieser Absicht lange eiserne Stangen (*para tremblement de terre*) so tief als möglich in die Erde einzugraben, deren beyde Enden, sowohl das eingegrabene, als das in die Luft hervorragende, mit einer Krone von mehreren Spitzen versehen seyn sollen. Das untere Ende dieser Stangen soll sich in mehrere lange Zweige verbreiten, um durch dieses Mittel eine beständige leitenden Verbindung und ein stetes elektrisches Gleichgewicht zwischen der Atmosphäre und dem Innern der Erde zu erhalten, oder, im Falle einer Störung desselben wenigstens einen unschädlichen Weg zum Uebergange zu eröfnen. Auch einige deutsche Schriftsteller, z. B. Herr Wiedeburg (Ueber die Erdbeben, Jena, 1784. 8.) haben diese Vorschläge wiederholt, und zum Theil als einen Schutz gegen die Erdbeben die Errichtung von Pyramiden u. dgl. vorgeschlagen. Es fehlt aber solchen Vorschlägen, welche übrigens auf einerley Gründen mit den zugespitzten Blitzableitern beruhen, nur daran, daß die Identität der Erdbeben mit den unterirdischen Gewittern eine bloße Hypothese und durch keine so deutlichen Erfahrungen bestätiget ist, als die Identität der Gewitter mit der Elektricität.

So gewiß es auch ist, daß man bey den Erdbeben zu Zeiten Wirkungen der Elektricität verspürt, so geht man doch gewiß viel zu weit, wenn man hierinn die Hauptursache derselben zu finden glaubt. Ihre Verbindung mit den Vulkanen und überhaupt mit einem Boden, in welchem sich Klüfte, Höhlen, brennbare Materien und unterirdische Entzündungen oder Erhitzungen befinden, ist gar zu offenbar, als daß man sie nicht für Wirkungen eben des unterirdischen Feuers halten sollte, welches die Vulkane und heiß-

sen Quellen hervorbringt, und von dessen Entstehung bey dem Worte: **Vulkane** geredet werden soll.

In diesem unterirdischen Feuer, verbunden mit der Luft und dem Wasser, finden wir Ursachen, deren Stärke hinreichend ist, alle die im Obigen angeführten schrecklichen Phänomene des Erdbebens zu bewirken. Findet die in den Höhlen der Erde durch das Feuer verdünnte Luft keinen Ausgang, wie z. B. durch einen Vulkan, oder wird durch heftige Entzündungen das unterirdische Wasser in einem eingeschlossenen Raume in Dämpfe verwandelt, so ist keine Wirkung so groß und erstaunenswürdig, daß sie nicht von Kräften dieser Art könnte hervorgebracht werden, s. **Dämpfe**. Eben so heftig sind die Wirkungen des Wassers, wenn es auf schmelzendes Metall fällt, wobey oft ein einziger Tropfen desselben die gewaltsamsten Explosionen veranlasset. Es wird nicht leicht bey den Erdbeben ein Umstand vorkommen, der sich nicht durch dieses Zusammenwirken des Feuers, der Luft und des Wassers mit hinlänglicher Deutlichkeit erklären ließe. Ich muß aber hierüber zu Vermeidung unnöthiger Wiederholungen auf den Artikel: **Vulkane** verweisen.

Der einzige Umstand, dessen Erklärung ohne Beyhülfe der Elektricität Schwierigkeiten zu haben scheint, ist die äußerst geschwinde und fast augenblickliche Fortpflanzung der Erderschütterungen durch eine so große Entfernung. In eben dem Augenblicke, in welchem Lissabon verwüstet ward, empfand man die Stöße des Erdbebens in Amerika, und auf den Schiffen in der See, welche sich in der Richtungslinie desselben befanden. Man fragt, ob dieses nicht einem elektrischen Schlage weit ähnlicher sey, als einer durch entzündete Materie und elastische Dämpfe erregten Explosion, von welcher sich kaum denken läßt, daß sie einen Raum von dieser Größe einnehmen oder so schnell durchdringen könne. Es läßt sich aber hierauf antworten, daß theils Niemand wisse, wie weit sich die Communicationen der unterirdischen Höhlen und Gänge erstrecken, theils daß das Hinzukommen elektrischer Erscheinungen bey den Vulkanen und Erdbeben keinesweges geläugnet werde.

Einen von dem Mechanikus Salsano in Neapel erfundenen **Erdbebenmesser** beschreibt Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neuste aus der Phys. ꝛc. II. B. 2 St. S. 68.). Er besteht aus einem Pendel mit einem Gewichte von 36 Pfund, das am untern zugespitzten Ende einen feinen Pinsel mit flüßiger Farbe hat. Dieser zeichnet die Richtung der Stöße auf ein über einer Boussole liegendes Papier. Am Pendel ist eine Queerstange mit Klöppeln, die bey der Bewegung desselben an eine Glocke schlagen, um den Beobachter aufmerksam zu machen.

Brisson Dictionnaire de phys. art. *Tremblement de terre.*

Bergmann physikal. Beschreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. übers. v. Röhl, Greifswalde, 1780. 2ter B. §. 150. u. f.

Erde, s. **Erdkugel.**

Erden, Terrae, *Terres.* Feste, feuerbeständige, geschmacklose, im Wasser nicht auflösliche Substanzen, welche bey der Zersetzung der Körper übrig bleiben, selbst aber bisher nicht weiter haben zerlegt werden können. Man giebt ihnen den allgemeinen Namen der **Erden**, weil sie mit der Masse, welche unsern Erdkörper auszumachen scheint, in vielen Eigenschaften übereinkommen, und zählt sie zu den chymischen Grundstoffen der Körper.

Man hat es sonst für sehr wahrscheinlich angesehen, daß es nur eine einzige elementarische Erde gebe, welche besonders die Alchymisten aus dem Regen, Thaue, der Pflanzenasche, den Mineralien und andern Körpern zu ziehen gesucht, und unter dem Namen der **reinen Erde** (terra virgo) zu den Elementen der Körperwelt gezählt haben, s. **Elemente.** Da aber die Natur die Erden nie ganz unvermischt erzeuget, die aus den zusammengesetzten Körpern erhaltenen aber wesentliche Verschiedenheiten zeigen, so haben die besten Chymisten, als **Becher**, **Pott**, **Gerhard**, **Bergmann** u. a. sich genöthiget gesehen, mehrere Grunderden anzunehmen.

Bergmann (Anleitung zu Vorlesungen über die Chymie. Stockholm u. Leipz. 1779. 8.) unterscheidet außer der im Diamant und einigen andern Edelsteinen befindlichen **Edelerde**, die er aber in seiner Sciagraphia regni minera-

lis (Lipſ. et Deſſav. 1782.) wieder aus der Anzahl der Grunderden hinweggelaſſen hat, noch fünf einfache Erden, die Schwererde, Kalcherde, Bitterſalzerde, Thonerde und Kieſelerde, von welchen eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handeln. Die vier erſten geben mit der Vitriolſäure verbunden den Schwerſpath, den Gyps, das Bitterſalz und den Alaun, die letzte aber iſt in dieſer Säure ganz unauflöslich.

Leonhardi Anm. zu Macquer's chymiſchem Wörterbuch. Art. Erde.

Erdferne, Apogaeum, *Apogée.* Derjenige Punkt in der Bahn eines um die Erde laufenden Geſtirns, in welchem daſſelbe von der Erde am weitſten abſteht.

In dem Weltſyſteme des Ptolemäus war die Erde der Mittelpunkt aller Planetenbahnen, daher man der Sonne ſowohl, als allen übrigen Planeten eine Erdferne beylegen konnte. Seitdem aber die copernikaniſche Meynung vom Weltbau allgemein angenommen worden iſt, bleibt unter allen Geſtirnen der Mond das einzige, das ſeinen Umlauf um die Erde verrichtet, und man kan alſo jetzt bloß nach der Erdferne des Mondes fragen; was ſonſt z. B. Erdferne der Sonne hieß, heißt jetzt Sonnenferne der Erde, ſ. **Sonnenferne.**

Der Mond läuft um die Erde in einer elliptiſchen Bahn ADPE (Taf. I. Fig. 17.), in deren Brennpunkte S die Erde ſteht. Seine Erdferne fällt dabey in A, wo ſein Durchmeſſer von der Erde geſehen unter einem Winkel von 29′ 27″ erſcheint. Dieſem Punkte gegen über liegt in D die Erdnähe, und AP iſt die Apſidenlinie oder Axe der Bahn, ſ. **Erdnähe, Apſidenlinie.** Die Punkte A und P bewegen ſich jährlich um 41 Grad von Abend gegen Morgen fort, und kommen jährlich in weniger als 9 Jahren in einem Kreiſe der Himmelskugel herum, ſo daß ſich in dieſer Zeit die Apſidenlinie völlig einmal umwendet. In der Erdferne iſt der Mond von uns um 63,62 Erdhalbmeſſer oder 54686 geographiſche Meilen entfernt.

Die übrigen Planeten ſind von der Erde am weitſten entfernt, wenn ſie hinter der Sonne oder in ihrer obern

Conjunction mit der Sonne stehen, und alsdann erscheinen auch ihre Durchmesser am kleinsten. Es ist aber weder schicklich, noch gewöhnlich, diese Punkte ihrer Bahnen mit dem Namen der Erdfernen zu belegen.

Erdgürtel, s. **Erdstriche**.

Erdharze, Bitumina, *Bitumes*. Oelichte Materien von starkem Geruche und veränderlicher Consistenz, die man im Innern der Erde findet.

Ein flüßiges Erdharz ist das **Bergöl** (Petroleum), welches aus den Spalten gewisser Felsen fließet, und dessen feinere und hellere Gattungen den Namen der **Naphta** führen. Feste sind der **Bernstein** (Electrum, succinum), der **Copal**, das **Ambra**, der **Gagat**, **Asphalt** und die **Steinkohle**. Alle diese Materien machen nebst dem Schwefel die brennbaren Materiale oder **Inflammabilien** des Mineralreichs aus, s. **Brennbare Materien**. Bernstein und Copal heißen in ganz eigentlichem Verstande **Bergharze**; Gagat, Asphalt und Steinkohle werden auch **Bergpeche** genannt.

Alle diese Erdharze enthalten eine Menge von Oel, welches sie entzündlich macht, und dem Bergöle sehr ähnlich ist. Da sich in der Zusammensetzung der übrigen Mineralien keine Oele finden, so haben sehr viele Chymisten den Ursprung der Erdharze von den unter die Erde begrabnen vegetabilischen Substanzen hergeleitet. Hiezu kömmt noch, daß man durch die Verbindung der mineralischen Säuren mit Pflanzenölen die natürlichen Erdharze nachahmen kan; daß die auf der Erdfläche beständig untergehenden vegetabilischen Materien nothwendig ölichte Materien in die Erde bringen, welche mit der Zeit die Eigenschaften der Erdharze annehmen müssen; daß man endlich so viele Stücken Bernstein antrift, in deren Innerm Insekten und Spuren von Pflanzen eingeschlossen sind. Demohnerachtet ist dieser vegetabilische Ursprung der Erdharze noch bey weitem nicht völlig erwiesen, und **Gerhard** (Beyträge zur Chymie und Geschichte des Mineralreichs, Th. II. S. 298.) hält es aus dem Grunde, weil man in diesen Substanzen außer dem

Oele nichts Vegetabilisches finde, für wahrscheinlicher, daß dieses Oel durch die Wirkung der Sonnenstralen unter dem Wasser erzeugt werde.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Erdharze.

Erdkugel, Erde, Terra, Globus terraqueus, *Terre*. Dies ist der Name des Planeten, den wir bewohnen, dessen Kenntniß also einen der wichtigsten Theile der Naturlehre ausmacht. Die Lehre hievon heißt die **Geographie** oder **Erdbeschreibung**, und wird in die mathematische, physische und politische abgetheilt, s. **Geographie**. Wir werden in diesem Artikel aus den beyden erstern Theilen derselben Einiges beybringen, was die Erde im Ganzen betrachtet, ohne Rücksicht auf einzelne Theile derselben, angeht, und daher von ihrer Gestalt und Größe, ihrem Verhältnisse zu dem Sonnensystem, von ihrer Oberfläche im Ganzen genommen und der innern Beschaffenheit ihrer Rinde reden, zuletzt aber die vornehmsten Hypothesen der Naturforscher über ihre Entstehung und Bildung hinzufügen.

Erste Begriffe von der Kugelgestalt der Erde.

Die Erde erscheint uns überall, wo keine hervorragenden Gegenstände die Aussicht hindern, als eine kreisförmige platte Scheibe, deren äußerste Grenze, der **Horizont**, unmittelbar an das scheinbare blaue Gewölbe des Himmels anstößt. Man kan sich indessen gar bald überzeugen, daß dies nur eine bloße Erscheinung sey, wenn man bedenkt, daß der Umfang dieser gesehenen Fläche sich selten über einige Meilen erstreckt, da es doch Gegenstände, z. B. Berge, giebt, welche ihrer Höhe und Größe nach auf eine viel größere Weite hin sichtbar bleiben müßten, wenn die Erde von einer ebnen Fläche begrenzt würde.

Zwar blieben unter den Alten sehr viele bey dieser ersten Erscheinung stehen, oder machten sich auch wohl, durch Begriffe vom Schwimmen der Erde verführt, von ihrer Gestalt noch seltsamere Vorstellungen, welche **Riccioli** (Almagestum nov. To. I. L. 2. cap. 1.) aus den Schriften der Alten mit vielem Fleiße zusammengetragen hat. So legte **Leucippus** nach dem Berichte des **Diogenes Laer**-

tius (Vit. Philosophorum L. IX.) der Erde die Gestalt einer Walze, d. i. einer platten Scheibe, bey, welcher Meynung die Kirchenväter großentheils beygetreten sind; **Demokrit** hingegen gab ihr die Figur eines Kahns oder Schiffes, welches auch die Meynung der Chaldäer gewesen seyn soll. Doch haben die meisten und angesehensten Weltweisen Griechenlands, **Thales, Anaximander, Parmenides, Epikur** und **Pythagoras** bereits die richtige Meynung von der Kugelgestalt der Erde angenommen.

Aristoteles (De coelo L. II. c. 4.) versucht sogar einen Beweis dieser kugelähnlichen Gestalt aus bloßen Vernunftschlüssen zu geben. Da das Wasser, sagt er, allezeit die niedrigste, d. i. die dem Mittelpunkte der Erde nächste, Stelle sucht, so kan es in keinem Theile des Meeres höher oder vom Mittelpunkte entfernter, als in dem andern, stehen; es würde sonst von den höhern Theilen ab und so lange gegen die niedrigern fließen, bis es überall eine gleiche Höhe, d. i. einen gleichen Abstand vom Mittelpunkte erlangt hätte. So folgt, daß alle Stellen des Meeres von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte gleich weit abstehen, welches bey keinem andern Körper, als bey einem kugelähnlichen, gedacht werden kan. Offenbar enthält dieser vermeynte Beweis eine Voraussetzung dessen, was zu erweisen war, daß es nemlich einen Mittelpunkt gebe; die Vertheidiger der platten Gestalt würden dies nicht einräumen, sondern die Richtungslinien, nach welchen die flüßigen Körper sinken, überall für gleichlaufend annehmen. Inzwischen haben doch auch **Riccioli** und **Snellius** (Eratosthenes Batavus L. I. c. 2.) diesen Beweis aufgenommen, und ihn auf den Satz des **Archimedes** (De insidentibus humido L. I. prop. 2.), daß die Oberfläche des Wassers eine kugelrunde Gestalt annehme, gegründet.

Den einleuchtendsten Beweis von der Kugelgestalt der Erde geben die Mondfinsternisse. Da es bey einiger Aufmerksamkeit auf den Himmel gar bald in die Augen fällt, daß das, was den Vollmond verdunkelt, nichts anders als der Schatten sey, den die Erde der Sonne gegenüber auf denselben hinwirft, und da die Grenzen dieses Schattens

sich jederzeit als Kreisbogen zeigen, so ist der Schluß sehr leicht, daß der völlige Erdschatten ein Kreis seyn müsse. Nun giebt es aber außer der Kugel keinen Körper, der in allen Lagen einen kreisförmigen Schatten wirft; es lehrt also der Augenschein selbst die kugelförmige Rundung der Erde. Wahrscheinlich sind auch die griechischen Weltweisen, und vielleicht noch vor ihnen andere Völker, welche richtige Kenntnisse von der Ursache der Mondfinsternisse hatten, hiedurch auf den rechten Begriff von der Gestalt der Erde geleitet worden.

Eben so deutliche Beweise dieser Gestalt finden sich in den verschiedenen Stellungen der Himmelskörper gegen den Horizont, wenn sie von verschiedenen Orten der Erdfläche aus betrachtet werden. Wenn ein Reisender seinen Weg beständig nach Norden richtet, so steigen ihm die dorthin stehenden Sterne immer weiter über seinen Horizont empor, indeß die nach Süden stehenden immer tiefer hinabsinken: auch bleiben ihm am nördlichen Horizonte immer mehr Sterne sichtbar, die sich vorher unter diesen Horizont verbargen; am südlichen hingegen verliert er immer mehr Gestirne gänzlich aus den Augen. So erhebt sich z. B. in Alexandrien der Stern Canopus im Ruder des Schiffs Argo täglich um einige Grade über den südlichen Horizont; zu Rhodus streicht eben derselbe Stern nur gerade am Horizonte hin, und verschwindet sogleich wieder; wenn man endlich noch weiter nordwärts bis nach Griechenland kömmt, so verliert man ihn gänzlich aus den Augen. Dies sind Erscheinungen, welche auf einer ebnen Erdfläche gar nicht statt finden könnten, auf welcher ein Gestirn, das sich einmal über ihr befindet, von allen Punkten aus sichtbar bleiben muß. Auf einer gekrümmten Fläche hingegen, wie ZR (Taf. VIII. Fig. 1.), ist es leicht begreiflich, wie der Stern S, der dem in Z befindlichen Auge sichtbar war, dem nach R übergegangenen Auge, dessen Aussicht durch die Fläche HR begrenzt wird, verschwinden, und sich unter den Horizont HR verbergen kan. Es lehrt aber auch die Erfahrung, daß dieses Herabsteigen der südlichen Gestirne gegen den südlichen Horizont und die Erhebung der nördli-

chen auf der andern Seite ziemlich gleichviel beträgt, wenn man um gleichviel weiter gegen Norden geht; dies zeigt eine ziemlich gleichförmige, d. i. eine kreisähnliche Krümmung der Erdfläche nach der Richtung von Süden gegen Norden an. Und da man dieselbe Erscheinung in allen Gegenden der Erde, in welchen man von Süden gegen Norden reisen kan, in Europa sowohl, als in Amerika und auf dem Weltmeere mit gleicher Größe bemerkt, so folgt, daß sich rings um die Erdfläche gleich große Kreise in der erwähnten Richtung ziehen lassen.

Daß aber die Erdfläche auch nach der Richtung von Osten gegen Westen, welche auf der vorigen senkrecht stehet, rund sey, erhellet daraus, weil alle Himmelskörper bey ihrem scheinbaren täglichen Umlaufe um die Erde den ostwärts liegenden Ländern früher auf- und untergehen, als den westwärts gelegnen. Man bemerkt dieses sehr deutlich bey solchen Himmelsbegebenheiten, welche allen Bewohnern der Erde zugleich in einerley Augenblicke erscheinen müssen, dergleichen die Verfinsterungen des Mondes und der Jupiterstrabanten sind. So wird z. B. bey dem Anfange einer Mondsfinsterniß Rußland eine spätere Tagesstunde, als Deutschland, Deutschland eine spätere, als England u. s. w. zählen, ein Beweis, daß der Mittag, als der Anfang der Tagesstunden in Rußland früher als in Deutschland u. s. w. eingetreten sey, mithin die Sonne bey ihrem täglichen Umlaufe Rußland früher, als Deutschland und England beschienen habe. Und da dies rings um die ganze Erde auf eine völlig gleichförmige Art erfolget, so läßt sich schließen, daß denen von Osten nach Westen gehenden Tagekreisen der Gestirne ähnlich liegende Kreise auf der Oberfläche der Erde correspondiren, welches die Ueberzeugung von der Rundung der Erde nach allen Richtungen gänzlich vollendet.

Hiezu kömmt, daß den Reisenden, und vornehmlich den Seefahrern, die Spitzen der Berge und die Masten der Schiffe eher sichtbar werden, als der Fuß oder Grund, worauf dieselben stehen -- eine Erscheinung, welche auf einer ebnen Fläche unmöglich wäre, auf welcher sich entlegne

Berge u. dgl. nothwendig auf einmal mit ihrer ganzen Höhe darstellen müßten.

Die Umschiffungen der Erdkugel haben endlich, selbst für den gemeinsten und ungebildetsten Theil der Menschen, die Rundung der Erde zu einer unbezweifelten Gewißheit gebracht. Es ist nemlich bereits über 25mal unsere Erdkugel von Seefahrern mehrerer Nationen so umsegelt worden, daß dieselben durch eine nach einerley Weltgegend fortgesetzte Reise, ohne umzukehren, an den Ort ihrer Abreise wieder zurückgekommen sind. **Hernand Magellans**, ein Portugiese, der erste Weltumsegler, lief mit seiner Flotte den 10. Aug. 1519 von Sevilla aus, entdeckte an der südlichen Spitze von Amerika die lange Meerenge, welche das feste Land von dem sogenannten Feuerlande scheidet, und noch von ihm den Namen der **magellanischen Straße** führt, gieng durch dieselbe in die Südsee und nach Asien über, und ob er gleich in der philippinischen Insel Sebu sein Leben verlohr, so kam doch eines seiner Schiffe, durch einen beständig westwärts gerichteten Lauf, am 7. Septbr. 1522 wieder nach Spanien zurück. Die merkwürdigsten unter den folgenden Umschiffungen sind die des **Franz Drake**, eines Engländers, vom Ende des Jahres 1577 bis zum 16. Sept. 1580; des **William Dampier** von 1689 bis 1691; des Lord **Georg Anson** von 1740 bis 1744, des Commodore **Byron** von 1764 bis 1766, der Capitains **Wallis** und **Carteret** in den Jahren 1766 bis 1769, des **Bougainville**, eines Franzosen, ebenfalls 1766 bis 1769; und endlich die drey Seereisen des unvergeßlichen englischen Seecapitains **James Cook**, deren erste in den Jahren 1768 – 1771 mit den Herren **Banks** und **D. Solander**, die zwote mit beyden Herren **Forster** 1772 — 1775, die dritte endlich als eine Entdeckungsreise im Ocean zwischen Amerika und Asien von 1776 — 1780 gemacht wurde. Auf der letztern verlohr zwar der durch so viele wichtige Entdeckungen berühmte Seefahrer auf der Insel O-wai-hi im nordlichen Theile des großen Oceans unglücklicher Weise sein Leben; es kam aber doch sein Schiff unter der Führung des Capitains **King** nach England zurück. Alle diese Reisen, nur

die beyden letztern ausgenommen, sind ganz in der Richtung von Morgen gegen Abend ausgeführt worden, und zeigen aus dem beständig ähnlichen Anblicke der Erde und des Himmels in den mancherley besuchten Gegenden unwidersprechlich, daß die ganze Erd- und Wassermasse nirgends von einem andern Körper unterstützt, sondern eine im Weltraume **freyschwebende Kugel** sey. Daß übrigens die auf der Erdfläche befindlichen Erhöhungen viel zu unbeträchtlich sind, um eine merkliche Abweichung von der Kugelgestalt zu veranlassen, ist bereits bey dem Worte: **Berge** erinnert worden.

Man nehme die Erde einstweilen, und bis genauere Untersuchungen etwas anders ergeben, für eine vollkommne Kugel an, auf deren Fläche sich nach den Regeln der Sphärik größte und kleinere Kreise ziehen lassen. Die Folge wird auch lehren, daß diese Voraussetzung wenigstens nicht weit von der Wahrheit abweiche.

Horizont, Pole, Aequator und Mittagskreise der Erdkugel.

Derjenige Kreis, welcher auf einem ebnen Felde oder auf der See überall um uns her unsere Aussicht begränzt, heißt der **Horizont** oder **Gesichtskreis**. Seine Ebne hor (Taf. VIII. Fig. 2.) berührt die Erdfläche in o, wo der Zuschauer stehet, die Oberfläche des stillstehenden Wassers ist aller Orten mit ihr parallel, und die Richtung des Bleyloths oder der Schwere oC steht auf ihr lothrecht, wie der Halbmesser auf der Tangente des Kreises. Wäre also die Erde eine vollkommne Kugel, so würde die Schwere auf ihr überall genau nach dem Mittelpunkte C wirken.

Ob gleich der Horizont hor nur einen sehr kleinen Theil der Erdfläche übersehen läßt, so lehren doch die Beobachtungen der Sternseher, daß er uns von der scheinbaren Himmelskugel, an welcher die Fixsterne zu stehen scheinen, die völlige Helfte oder 180° eines jeden größten Kreises derselben zu sehen erlaube. Denn, wenn man die Wirkungen der Stralenbrechung abrechnet (s. **Stralenbre-**

chung, astronomische), so geht von zween Fixsternen, die einander gerade entgegenstehen, oder um 180° aus einander sind, der eine zu eben der Zeit unter, wenn der andere aufgeht, und ein Fixstern, der seinen täglichen Umlauf in einem größten Kreise zu verrichten scheint, ist eben so lange Zeit über, als unter dem Horizonte. In der Figur läßt sich dieses auf keine Weise darstellen. Da man doch die scheinbare Himmelskugel HZRN als einen Kreis um den Mittelpunkt der Erde C vorstellen muß, weil sonst, wenn man sie um o beschreiben wollte, jeder Ort der Erde eine andere ihm eigne Himmelskugel erfordern würde, so bleibt der Theil hZr, den der Horizont abschneidet, von dem wirklichen Halbkreise HZR allezeit um die Bogen Hh, Rr unterschieden. Diese Bogen aber werden desto kleiner, oder machen einen desto unbeträchtlichern Theil des ganzen Kreises aus, je größer der Halbmesser der Himmelskugel CZ in Vergleichung mit dem Halbmesser der Erde Co angenommen wird. Ist CZ etwa 60mal so lang, als Co, so beträgt Hh etwas weniger, als einen Grad; ist CZ = 24000 Co, so macht Hh nur 8 — 9 Secunden aus u. s. w. Soll Hh aber gänzlich verschwinden, so muß CZ unendlich groß gegen Co, oder was eben so viel ist, Co als ein bloßer Punkt gegen CZ angesehen werden. Nun zeigen die astronomischen Beobachtungen in der That, daß bey dem scheinbaren täglichen Umlaufe der Gestirne, der Bogen Hh für den Mond ohngefähr einen Grad, für die Sonne 8 — 9 Secunden betrage, für die Fixsterne aber ganz unmerklich sey; woraus folget, daß der Halbmesser der Himmelskugel, wenn sich dieselbe nur bis an den Mond erstreckt, etwa 60mal; wenn sie bis an die Sonne reicht, 24000mal; wenn sie aber, wie doch nothwendig ist, bis zu den Fixsternen ausgedehnt werden soll, unendlichemal größer, als der Halbmesser der Erde, gesetzt werden muß. Das heißt, so groß uns auch die Erdkugel in Vergleichung mit den uns bekannten Maaßen scheinen mag, so ist doch ihr Halbmesser, mithin auch die ganze Kugel selbst, in Vergleichung mit dem Abstande der Fixsterne und mit der Größe des ganzen Weltgebäudes blos für einen unbeträchtlichen

Punkt zu halten. Genauere Bestimmungen hierüber wird man bey dem Worte: **Parallaxe** finden.

Man muß sich daher bey der Figur, welche doch die Erde nothwendig mit einiger Größe vorstellen muß, immer hinzudenken, daß sich diese Größe in einen einzigen Punkt zusammenzieht, wenn das richtige Verhältniß gegen die Größe der Himmelskugel beobachtet werden soll. Bey dieser Zusammenziehung fällt o in C, und der scheinbare Horizont hor wird nun einerley mit dem **wahren Horizonte** HCR, s. **Horizont.**

Wenn man sich auf diese Art Erd- und Himmelskugel als zwo concentrische Kugeln gedenkt, deren erste nur ungemein viel kleiner als die letztere ist, so läßt sich für jeden Punkt und Kreis der letztern auch ein correspondirender Punkt oder Kreis auf der erstern angeben. Was die Punkte betrifft, so darf man nur von dem Punkte der Himmelskugel einen Halbmesser nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte C ziehen, welcher auf der Erdfläche den übereinstimmenden Punkt abschneiden wird. So viel die Kreise anlangt, sind sie entweder größte oder kleinere. Bey den größten geben sich die übereinstimmenden Kreise auf der Erdkugel da, wo ihre Ebne sich mit der Erdfläche schneidet. Auf den kleinern, z. B. DE, läßt sich bis an den Mittelpunkt C der senkrechte Kegel DCE aufrichten, dessen Durchschnitt mit der Erdfläche de den übereinstimmenden kleinern Kreis auf der letztern giebt. So stimmt z. B. der Punkt Z des Himmels (s. **Zenith**) mit dem Standorte auf der Erdkugel o, der wahre Horizont am Himmel HR mit dem größten Kreise der Erdkugel mn überein, welcher vom Standorte o überall um 90° eines größten Kreises der Erde entfernt ist, u. s. w. Von allen diesen Kreisen und Punkten wird der folgende Artikel: **Erdkugel, künstliche,** mehrere Nachricht geben; hier wird nur nöthig seyn, von den Polen, dem Aequator und den Mittagskreisen noch etwas weniges anzuführen.

Die ganze Himmelskugel mit allen Gestirnen scheint sich binnen 24 Stunden von Morgen gegend Abend so herum zu bewegen, daß alle Punkte derselben Kreise beschrei-

ben, die mit einander selbst, und mit einem gewissen größten Kreise AQ parallel laufen, welcher letztere in unsern Ländern eine schiefe Lage gegen den Horizont HR hat, und der **Aequator** genannt wird. Nach den Lehren der Sphärik haben alle diese parallelen Kreise eine gemeinschaftliche auf dem Aequator senkrecht stehende Axe PS, die **Weltaxe**, deren äußerste Punkte P und S ihre Pole, die **Weltpole**, sind, und die Bewegung scheint so zu erfolgen, als ob die ganze gestirnte Hohlkugel sich täglich um die unbewegt bleibende Axe PS umdrehete. Dem Aequator, den Weltpolen und der Weltaxe correspondiren auf der Erdkugel der **Aequator der Erde** a p, die **Erdpole** p und s, und die **Erdaxe** p s, welche ein Stück der Weltaxe PS selbst ist.

Der tägliche Umlauf der Gestirne kan nun entweder in einer wirklichen Umwälzung der ganzen Himmelskugel um die Erde bestehen, welches jedoch wegen der ungeheuren Entfernung der Fixsterne und der ungemeinen Kleinheit der Erde höchst unwahrscheinlich ist, oder er kan eine bloße Erscheinung seyn, und ohne die mindeste Bewegung der Sterne lediglich daher rühren, daß sich die Erdkugel, ohne daß wir es bemerken, nach der entgegengesetzten Richtung, d. i. von Abend gegen Morgen, um die Erdaxe p s drehet, wobey die Pole p und s unbewegt bleiben, alle übrige Punkte der Erdfläche aber Kreise beschreiben, welche unter einander selbst und mit dem Aequator a q parallel sind. Diese letztere Erklärung ist jetzt zu einem Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben, der sich fast der Gewißheit gleich setzen läßt, s. **Weltsystem**. Dem sey aber vorjetzt, wie ihm wolle, so sind doch die erwähnten Punkte und Kreise der Erdkugel vorzüglich wichtig. Wir nennen denjenigen Pol p, der unserm Standorte oder o am nächsten liegt, den **Nordpol** den entgegengesetzten s den **Südpol**, und geben den beyden Helften, in welche die Erdfläche durch den Aequator a q eingetheilt wird, die Namen der **nördlichen** und **südlichen Halbkugel**.

So wie am Himmel derjenige größte Kreis, welcher durch die Pole und das Zenith des Beobachtungsorts geht,

PZAHSRP, der **Mittagskreis** heißt, so führt der übereinstimmende größte Kreis der Erdfläche p o a m s n p, welcher durch die Erdpole und den Standort o gezogen werden kan, den Namen des **Mittagskreises** oder **Meridians** für den Ort o. Man pflegt aber diesen Namen bisweilen auch nur derjenigen Helfte des Kreises p o m s beyzulegen, in welcher der Ort o selbst liegt, und die andere Helfte s n p als den entgegengesetzten Meridian zu betrachten. In diesem Sinne ist der Meridian von **Leipzig** derjenige halbe größte Kreis der Erdfläche, welcher durch beyde Pole und Leipzig geht. Alle diejenigen Orte, durch welche dieser Halbkreis geht, haben mit Leipzig einerley Meridian, und es lassen sich auf der Erdfläche soviel Meridiane denken, als man Punkte im Aequator annehmen kan. Alle diese Halbkreise laufen in den beyden Polen zusammen, und durchschneiden den Aequator unter rechten Winkeln.

Jeder Mittagskreis wird, wie der Cirkel überhaupt, in 36 Grade, und der Grad ferner in Minuten und Secunden getheilt. Wer auf der Erdfläche in der Richtung des Mittagskreises, d. i. genau nach Mitternacht oder Mittag zu, z. B. von o nach d fortgeht, dessen Zenith muß an der Himmelskugel zugleich von Z nach D fortrücken, und also seinen Abstand vom Pole P, von dem im Mittagskreise liegenden Punkte des Aequators A, und überhaupt von allen festen Punkten des Mittagskreises am Himmel, um den Bogen ZD ändern. Da dieser Bogen ZD dem od gleich, oder das Maaß ebendesselben Winkels ZCD ist, so erfährt man, um wieviel Grade, Minuten ꝛc. des Mittagskreises man fortgegangen sey, wenn man durch astronomische Werkzeuge mißt, um wieviel sich der Abstand des Pols, des Aequators, des Durchgangspunkts eines Sterns durch den Mittagskreis u. s. w. vom Zenith oder, was eben soviel ist, vom Horizonte geändert habe. Mit andern Worten: Die Aenderung der Polhöhe, Aequatorhöhe, Mittagshöhe der Gestirne giebt die Anzahl der Grade des Mittagskreises an, um welche man fortgegangen ist. Fände man z. B. den Pol in d um 1° höher über den Horizont gerückt, als man ihn in o sahe, oder fände man die Mittags-

Höhe eben desselben Sterns in d um einen Grad von der in a verschieden, so würde daraus folgen, daß der Bogen ad einen Grad des Mittagskreises betrüge. Wenn man nun durch geometrische Mittel die Länge des Weges ad in gewöhnlichen Maaßen abmäße, so würde sich daraus die Größe eines Grades vom Umfange der Erdkugel, und unter der Voraussetzung, daß sie eine vollkommne Kugel sey, durch Multiplication mit 360 die Länge des Umfangs, mithin auch die des Durchmessers, und überhaupt die Größe der ganzen Kugel ergeben. Ehe wir aber diese Untersuchungen weiter fortsetzen können, müssen wir zuvor die eigentliche Gestalt der Erde genauer prüfen.

Abgeplattete Gestalt der Erde.

Die physikalische Ursache, welche der Erde bey ihrer Entstehung eine kugelähnliche Rundung gegeben hat, ist unstreitig die **Schwere** der ganzen zur Erde gehörigen Materie, s. **Gravitation, Schwere der Erdkörper.** Diese Kraft, von deren Daseyn uns die Erfahrung überzeugt, ob wir gleich ihre Ursache nicht kennen, treibt jeden zur Erde gehörigen Theil der Materie nach allen übrigen zu, woraus eine mittlere Richtung nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aller Anziehungen entstehet, nicht als ob dieser Mittelpunkt mit einer besondern Kraft versehen wäre, sondern weil die Gravitationen nach allen auf verschiedenen Seiten liegenden Theilen durch ihr Zusammenkommen eine Bewegung oder Sollicitation nach dieser mittlern Richtung bewirken. So muß sich eine Menge von Theilen, in welche keine weitere Kraft, als diese ihre wechselseitige Gravitation gegen einander wirkt, von selbst in die Gestalt einer Kugel ordnen, weil die Theile von allen Seiten her so nahe, als möglich, auf das Ganze zu gehen, und sich so lange bewegen und vertheilen werden, bis auf allen Seiten eine völlige Gleichförmigkeit statt findet. Aus eben dieser Ursache finden wir auch die Kugelgestalt an allen bisher bekannten Himmelskörpern.

Die Erfahrung belehret uns, daß die Richtung der Schwere, an allen Orten der Erdfläche, auf der Oberfläche

des stillstehenden Wassers oder auf der Ebne des Horizonts, welche die Erdfläche selbst berührt, lothrecht stehe. Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, so müßten alle diese Richtungslinien der Schwere in einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt zusammentreffen. Auch würde nach den Gesetzen der Gravitation die Schwere, als beschleunigende Kraft betrachtet, an allen Stellen der Erdfläche gleich groß seyn müssen, weil sie alle von dem Mittelpunkt gleich weit entfernt wären, vorausgesetzt, daß sich die Erde in einer vollkommnen Ruhe befände.

Wenn sich aber die Erdkugel, wie das copernikanische System annimmt, täglich einmal um ihre Axe drehet, so entsteht hieraus für jeden Punkt der Erdfläche ein **Schwung** (s. **Centralbewegung, Centralkräfte**) oder eine **Schwungkraft**, deren Richtung in dem Halbmesser des von den Körpern beschriebenen Kreises liegt, indem sich diese Körper von dem Mittelpunkte dieses Kreises, vermöge der ihnen mitgetheilten Bewegung, zu entfernen streben. So wird z. B. wenn sich die Kugel (Taf. VIII. Fig. 3.) um die Axe PR drehet, in Q ein Schwung nach q, in E und G nach e und g entstehen. Die Richtung dieser Schwungkräfte ist unter dem Aequator in Q der Richtung der Schwere QC gerade und gänzlich, in E und G aber den Richtungen der Schwere EC und GC wenigstens zum Theil entgegengesetzt. Daher wird ein Theil der Schwere darauf verwendet werden, die Wirkung des Schwunges aufzuheben, und die Körper, welche sonst von der Erde hinwegfliegen würden, auf der Oberfläche derselben zu erhalten. Dieser verwendete Theil der Schwere kan natürlich nichts weiter bewirken; er wird also der Schwere der Erdkörper, in sofern man dieselbe durch ihre übrigen Wirkungen bemerkt, abgehen, d. h. man wird die Schwere vermindert finden. Aus einer doppelten Ursache muß diese Verminderung der Schwere unter dem Aequator AQ am stärksten seyn; einmal, weil der Kreis der täglichen Umdrehung daselbst am größten ist, und die Körper schneller, als in den Kreisen DE und FG, geschwungen werden, und dann, weil hier die Richtung der Schwungkraft Qq der

Schwere nach C gerade, bey E und G aber nur zum Theil entgegengesetzt ist. Im Pole P hingegen muß die Kraft der Schwere ganz unvermindert bleiben, weil daselbst die umdrehende Bewegung gar nicht mehr statt findet. Ausführlichere Bestimmungen hievon s. bey dem Artikel: **Schwungkraft.**

Die Verminderung der Schwere läßt sich am bequemsten durch den Gang eines Pendels wahrnehmen, welches nach den bey dem Worte: **Pendel** beyzubringenden Gründen, seine Schwingungen in desto kürzerer Zeit vollendet, je kürzer es selbst, und je größer die Kraft der Schwere ist. Dreht sich also die Erde wirklich um ihre Axe, so läßt sich erwarten, daß eben dasselbe Pendel seine Schwingungen in den Gegenden des Aequators langsamer, als in unsern Ländern, verrichten werde.

Picard (Mésure de la terre. Paris, 1671. 8. Art. 4.) gedenkt zum Erstenmale einer in der Akademie der Wissenschaften vorgetragnen Muthmaßung, daß schwere Körper, wenn die Umwälzung der Erde angenommen werde, unter dem Aequator mit geringerer Kraft fallen müßten, als unter den Polen. Er bemerkt, daß hieraus eine Verschiedenheit in den Secundenpendeln entstehen müsse, welche da geschwinder gehen würden, wo mehr Schwere statt fände, und fügt hinzu, einige in London, Lion und Bologna gemachte Erfahrungen schienen anzuzeigen, daß man das Secundenpendel desto kürzer machen müsse, je mehr man mittagwärts oder gegen den Aequator der Erde zu gehe. Doch schienen andere Erfahrungen zu widersprechen, indem man im Haag und zu Paris die Längen des Secundenpendels gleich groß gefunden habe.

Die Pariser Akademie ertheilte im Jahre 1671 dem Herrn **Richer** unter andern den Auftrag, bey seinem Aufenthalte auf der Insel Cayenne, welche bey Südamerika nur 5° nordwärts vom Aequator liegt, die dortige Länge des Secundenpendels zu untersuchen. Er fand (Observations astronomiques et physiques faites à Cayenne. Paris, 1670. fol.), daß seine aus Paris mitgebrachte Pendeluhr in Cayenne täglich um 2 Minuten zu langsam gieng, so

daß er genöthigt war, die Pendelstange derselben um $1\frac{1}{4}$ Lin. zu verkürzen, wenn sie ihre 3600 Schwingungen in einer Stunde richtig schlagen sollte. Dagegen mußte sie bey der Zurückkunft nach Paris, weil nun die Uhr zu geschwind gieng, wieder auf die vorige Länge zurückgebracht werden. Hiedurch ward es also außer Zweifel gesetzt, daß die Schwere der Körper gegen den Aequator hin geringer werde, und man erhielt dadurch zugleich einen starken Beweis für die Wirklichkeit der Umwälzung der Erde und für das copernikanische System.

Von dieser Zeit an kam **Huygens**, welcher die Sätze von der Schwungkraft im Kreise zuerst bekannt gemacht hat, auf die Vermuthung, daß die mit geringerer Schwere versehenen Theile der Erde um den Aequator, mit den schwerern Theilen gegen die Pole hin nicht im Gleichgewichte stehen könnten, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Gesetzt auch, sie sey Anfangs eine flüßige Kugel gewesen, so würden doch ihre Theile durch die tägliche Umdrehung sich desto mehr erhoben haben, je näher sie dem Aequator gewesen wären, dagegen würden die schwereren Theile um die Pole tiefer gegen den Mittelpunkt herabgesunken seyn, und das Ganze würde also die Gestalt eines um die Pole zusammengedrückten oder **abgeplatteten Sphäroids** (*Sphèroide applâti*) (Taf. VIII. Fig. 4.) erhalten haben. Eben das müßte erfolgt seyn, wenn auch nur die Oberfläche der Erde überall mit Wasser bedeckt gewesen wäre. Und da die Erde um den Aequator herum wirklich große Meere hat, so muß der Schwung ihnen diese Gestalt wirklich geben, welche auch das feste Land haben muß, weil es sonst vom Meere überschwemmt werden müßte.

Aus diesen Gründen erklärt **Huygens** (De causa gravitatis, in Opp. cura *s'Gravesande*. Lugd. Bat. 1724. 4. To. I.) die Erde für ein abgeplattetes Sphäroid, dessen Durchmesser durch den Aequator AQ etwas größer sey, als die von Pol zu Pol gehende Axe PS. Er führt zu Bestärkung dieses Satzes den Versuch mit einer weichen Thonkugel an, welche an eine Axe gesteckt und schnell herumgedreht, wirklich eine solche Gestalt erhält, an dem Pole der Umdrehung

sich abplattet, und um den Aequator aufschwillt. Er wagt sich sogar an eine Berechnung des Verhältnisses CA:CP, indem er diese beyden Längen als communicirende Röhren mit Flüßigkeiten von ungleichen Schweren gefüllt ansieht, und deren Höhen für den Fall des Gleichgewichts nach hydrostatischen Gesetzen berechnet. Da er gefunden hatte, daß die Schwungkraft im Aequator $\frac{1}{289}$ von der Schwere daselbst betrage, so bestimmt er hieraus, daß CP um $\frac{1}{578}$ kleiner, als CA sey.

Newton (Philos. natur. principia math. L. III. prop. 18. 19.) trägt eben diesen Satz von der sphäroidischen Gestalt der Erde als eine Folge seines vortreflichen Systems über die Gesetze der Gravitation und Schwungkraft vor. „Die Planeten, sagt er (prop. 18.), müßten, wenn sie „sich nicht täglich umdrehten, wegen der von allen Seiten „her gleichen Schwere der Theile, eine Kugelgestalt an„nehmen. Durch die Kreisbewegung aber werden die Thei„le von der Axe entfernt, und streben sich um den Aequa„tor zu erheben. Daher wird die Materie, wofern sie „flüßig ist, den Durchmesser um den Aequator durch ihr „Aufsteigen vergrößern, die Axe hingegen durch ihr Nie„dersinken bey den Polen verkürzen. So findet man den „Durchmesser des Jupiters, nach **Cassini** und **Flam„stead's** Beobachtungen, zwischen seinen Polen kürzer, „als nach der Richtung von Morgen gegen Abend. Aus „eben dem Grunde muß unsere Erde um den Aequator hö„her, als bey den Polen, seyn; sonst würde sich das Meer „an den Polen senken, um den Aequator aber in die Höhe „treten und alles überschwemmen." Er berechnet hierauf (prop. 19.) das Verhältniß der Axe zu dem auf sie senkrechten Durchmesser nach richtigern Gründen, als **Huygens**, indem er zugleich den Umstand mit in die Rechnung bringt, daß die Materie bey A nicht blos durch den Schwung, sondern auch darum leichter, als die bey P werden müsse, weil sie weiter vom Mittelpunkte C entfernt ist, indem die Schwere im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung von C abnimmt, welcher Umstand bey Huygens gänzlich fehlet. Dadurch wird die Rechnung zwar

verwickelter, aber auch der Natur gemäßer, und giebt endlich das Resultat, daß sich bey der Erde AC : CP = 692 : 689 oder wie $230\frac{2}{3} : 229\frac{2}{3}$ verhalte. **Huygens** und **Newtons** Berechnungen sind von **Frisi** (Disquisitio in causam physicam figurae et magn. telluris. Mediolani, 1750. gr. 4.) und **Clairaut** (Theorie de la figure de la terre tirée des principes de l'hydrostatique. à Paris, 1743. 8.) umständlicher erläutert worden.

Diese blos aus der Theorie gezognen Muthmaßungen waren indeß noch nicht hinreichend, eine vollkommne Ueberzeugung von der Wahrheit des Satzes zu gewähren. Der ganze Schluß ließ sich entkräften, wenn man annahm, die Erde sey anfangs länglich rund gewesen. Denn so würde sie der Schwung in eine vollkommne Kugel haben verwandeln können. Es blieb also noch immer nöthig, die Frage durch wirkliche auf der Erde selbst gemachte Beobachtungen und Abmessungen zu entscheiden.

Was dergleichen Abmessungen hierüber lehren können, beruhet auf folgenden Gründen. Taf. VIII. Fig. 4. sey die krumme Linie PQSA ein Meridian der Erdkugel. Wäre die Erde eine Kugel, und der Meridian ein vollkommner Kreis, so müßten alle Grade desselben gleich seyn, und alle Richtungen der Schwere, oder alle Scheitellinien, im Mittelpunkte zusammenlaufen. Hat sie aber eine sphäroidische Gestalt, wie in der Figur, so wird ihr Meridian bey P, wo sie eingedrückt ist, flach oder weniger gekrümmt seyn, bey A hingegen, wo sie mehr erhoben ist, eine stärkere Krümmung haben; mithin wird der Halbmesser dieser Krümmung bey B größer, bey A kleiner seyn. Auch werden die Richtungen der Schwere oder die auf der Oberfläche lothrecht stehenden Linien PD, pD, AE, aE, welche in die Richtung des Halbmessers der Krümmung fallen, nicht mehr in dem Mittelpunkte, sondern in andern Punkten, z. B. in D und E, zusammenkommen. Nun legt man nach dem, was oben gelehrt worden ist, einen Grad des Meridians zurück, wenn man in diesem Kreise so weit fortgeht, bis der Scheitelpunkt am Himmel sich um 1° verschoben, oder, was eben soviel ist, bis die Richtung der Schwere

sich um 1° geändert hat. Stellen also die Stücken Pp, Aa Grade des Mittagskreises vor, so lassen sich dieselben als Kreisbogen ansehen, die mit den Halbmessern der Krümmung DB, EA beschrieben sind, und deren zugehörige Winkel PDp, AEa, jeder 1° betragen. Es ist aber der Halbmesser PD länger, als EA, mithin auch der Bogen Pp größer, als der ähnliche Bogen Aa, oder: **Der Grad des Mittagskreises ist da größer, wo die Erde flach und eingedrückt, da kleiner, wo sie erhaben ist.** Die Entscheidung der Frage kam also darauf an, ob man den Grad des Mittagskreises bey wirklicher Abmessung überall gleich oder verschieden, und wo man ihn größer finden werde. Sollte sich **Huygens** und **Newtons** Muthmaßung bestätigen, so mußte man den Grad nach den Polen zu oder gegen Norden größer finden, als gegen den Aequator zu oder gegen Süden.

Durch Abmessungen, von denen weiter unten umständlichere Nachrichten folgen, hatte **Snellius** den Grad des Mittagskreises in den Niederlanden 55021, **Picard** in Frankreich 57060 Toisen gefunden. Hiebey ist der nördlichere Grad kleiner als der südliche. Daraus schloß schon **Eisenschmidt** (Diatribe de figura telluris elliptico-sphaeroide, Argentorati 1691. 8.), daß die Erde ein **längliches Sphäroid**, d. i. um die Pole erhaben, und um den Aequator eingedrückt sey, welches mit Newtons Behauptungen streitet. Allein das Resultat des **Snellius** ist sehr unrichtig; auch liegen sich beyde Grade zu nahe, um etwas Sicheres aus ihrer Vergleichung zu schließen.

In den Jahren 1700 und 1701 zog **Johann Dominicus Cassini** (s. Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1701.) eine von der pariser Sternwarte bis an die Pyrenäen fortgehende Mittagslinie, welche den astronomischen Beobachtungen zufolge 6° 18′ eines Mittagskrises der Erdkugel ausmachte. Die geometrische Messung gab hiebey den nächsten Grad an Paris 57126½ Toisen an, und da **Picard** den nordwärts von Paris gelegnen Grad nur 57060 Toisen gefunden hatte, so schien hieraus wiederum das Gegentheil von Newtons Muthmaßung zu folgen.

Um noch mehrerer Gewißheit willen, und zugleich zu Vervollkommnung der Geographie von Frankreich ward dem Sohne des vorigen, **Jacob Cassini** nebst **Maraldi** und **de la Hire** im Jahre 1718 aufgetragen, die pariser Mittagslinie auch nordwärts, und durch das ganze Königreich zu verlängern. Sie fanden für beyde Bogen, wovon der südliche bis Collioure, der nördliche bis Dünkirchen gieng, folgende Resultate

	Bogen	Länge in Toisen		Grös. d. Grad.
südlicher Bogen	6° 18′ 57″	360614	-	57097
nördlicher -	2 12 9½	125454	-	56960

(s. *Jaques Cassini* Tr. de la figure et de la grandeur de la terre, in der Suite des Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1718. auch besonders gedruckt, Amst. 1723. 8. **Jacob Cassini** von der Figur und Größe der Erde, herausg. von **Klimm.** Leipz. 1741. 8.) Weil nun auch hier der nördliche Grad kleiner, als der südliche, angegeben ward, so bestritten von dieser Zeit an die französischen Akademisten Newtons Muthmaßung, nahmen die Erde für ein längliches Sphäroid an, und behaupteten, man müsse der Erfahrung und Messung mehr, als theoretischen Vermuthungen glauben, welche sich auf unerwiesene Voraussetzungen gründeten. Dagegen vertheidigten die Engländer, z. B. **Gregory**, **Keill**, **Maclaurin**, **Stirling**, auch **Hermann** und **Kraft** die newtonische Meynung, hielten die französischen Messungen für unzuverläßig, und behaupteten mit Recht, die gemessenen Bogen lägen einander zu nahe, und auf einem allzukleinen Theile der Erdfläche beysammen, als daß man daraus sicher auf die Gestalt des ganzen Umfangs schließen könnte.

Um diesen Streit völlig zu entscheiden, bedurfte es einer Ausmessung zweyer äußersten Grade, die so nahe als möglich, der eine am Pole, der andere am Aequator, lägen. Denn hiebey mußte der Unterschied beyder so groß ausfallen, daß kein Zweifel darüber, welcher der größere sey, zurückbleiben konnte.

In dieser Absicht beschloß der französische Hof im Jahre 1735 eine der glänzendsten und für die Naturwissenschaf-

ten überhaupt vortheilhaftesten Unternehmungen. Es wurden zu Abmessung zweener so nahe als möglich am Pol und Aequator gelegner Grade die Herren **Bouguer, de la Condamine, Godin, Jussieu** und **Couplet** nach Quito im nördlichen Theile von Peru, **von Maupertuis, Clairaut, Camus, le Monnier** und der Abbé **Outhier** nach Lappland gesendet. Die letztern vollendeten ihr Werk zuerst. Sie hatten in den Jahren 1736 und 1737 bey der Stadt Torneå einen Grad des Mittagskreises gemessen, der den Polarkreis schneidet, und gaben schon 1738 Nachricht von den gefundenen Resultaten (s. Figure de la terre déterminée par les observations des Msrs. *de Maupertuis, Clairaut, Camus* etc. faites par l'ordre du Roi au cercle polaire. à Paris, 1738. 8. Figur der Erde, bestimmt durch die Beobachtuhgen der Herren **von Maupertuis** ꝛc. Zürich, 1741. 8. Journal d'un voyage au Nord par Mr. l'Abbé *Outhier*, Paris 1738. 8.). Der gemessene Bogen betrug nach zwoen verschiedenen Reihen von astronomischen Beobachtungen 57′ 27″ — 57′ 30½″, woraus man das Mittel von 57′ 28¾″ nahm, und seine Länge, durch eine auf dem Eise gemessene Grundlinie von 7406 Toisen und trigonometrische Berechnung der damit verbundnen Dreyecke bestimmt, fand sich 55023½ Toise. Hieraus folgt der in Lappland gemessene Grad = 57437,9 Toisen, also um ein beträchtliches größer, als alle in Frankreich gemessene. Herr **von Maupertuis** entschied daher ohne Bedenken für die newtonische Muthmaßung, ob er gleich anfänglich, besonders in Frankreich, noch einigen Widerspruch fand.

Alle Zweifel aber wurden völlig gehoben, als die nach Peru gesendeten Gelehrten das Resultat ihrer äußerst langwierigen und beschwerlichen Arbeiten bekannt machten. Sie kamen erst nach mehreren Jahren, zum Theil nach mancherley überstandenen Mühseligkeiten, zurück. (s. La figure de la terre determinée par les observations des Msrs. *Bouguer et de la Condamine* envoyés au Perou par l'ordre du Roi, par M. *Bouguer*. Paris, 1749. 4. Mésure des trois premiers degrés du Meridien dans l'hémisphère austral, par Mr. *de la Condamine*. Paris, 1751. 4. Rela-

cion historica del viage a la America meridional. Madrid 1748. 4., das letztere von **Don Georg Juan de Ulloa**, einem spanischen Officier, der nebst seinem Bruder **Antonio de Ulloa** die Akademisten begleitet hatte). Sie hatten einen südwärts vom Aequator gelegnen Bogen von 3. gemessen, und den Grad in Peru 56753 Toisen, mithin weit kleiner, als die Grade in Frankreich, gefunden, so daß nunmehr die abgeplattete Gestalt der Erde außer allen Zweifel gesetzt, und Newtons Meynung völlig bestätiget war.

Neuere Gradmessungen, welche ich im folgenden anführen werde, stimmen durchgängig hiemit überein. Man hat auch die genaue Gestalt der Erdmeridiane unter der Voraussetzung, daß sie alle einander gleich sind, zu bestimmen gesucht. Natürlich mußte man zuerst darauf fallen, jeden Meridian als eine Ellipse zu betrachten, wobey sich denn mittelst der Theorie der Kegelschnitte aus Vergleichung zweener gemessenen Grade das Verhältniß CA : CP bestimmen läßt. Dazu haben schon **Maupertuis** und **Bouguer**, auch **Clairaut** und **Mallet** (Allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1774. 4.) Formeln gegeben. Allein es giebt unter den gemessenen Graden jedes Paar eine andere Ellipse. Sie passen also nicht in eine einzige, und es wird daher unwahrscheinlich, daß die Krümmung der Meridiane elliptisch und die Erdkugel ein **Ellipsoid** sey. **Bouguer**, der doch damals nicht mehr, als drey verschiedne Grade vergleichen konnte, fand dies schon, und schrieb also der Erde eine Krümmung von anderer Art zu, welche auch **de la Lande** (Astronomie §. 2683.) annimmt und **Hube** (De telluris forma. Varsov. 1780. 8.) genauer zu bestimmen gesucht hat. Des Abt **de la Caille** Gradmessung am Vorgebirge der guten Hoffnung hat auch Zweifel veranlasset, ob die südliche Helfte der Erde eben so, wie die nördliche, gekrümmt sey. Es sind aber bis jetzt der Beobachtungen noch zu wenig, und der Umstände, welche Fehler darinn veranlassen können, zu viele, als daß man über alle diese Fragen entscheiden könnte. Wir müssen uns begnügen zu wissen, daß zwar die Erdaxe kleiner als der Durchmesser

des Aequators, daß aber auch diese Abplattung nicht sehr beträchtlich sey.

Aehnliche Abplattungen haben Cassini am Jupiter, und ganz neuerlich Herr Herschel am Mars bemerkt, welche beyde Planeten sich ebenfalls, der erste in etwa 10, der zweyte in $24\frac{1}{2}$ Stunden, um ihre Axen drehen, s. Jupiter, Mars. Man sieht hieraus, wie genau die aus dem kopernikanischen Weltsystem und den Gesetzen der Gravitation und Schwungkraft gezognen Folgen mit der Natur übereinstimmen.

Größe der Erde.

Die im Vorigen bereits angegebne Art, die Größe des Bogens vom Mittagskreise o d (Taf. VIII. Fig. 2.) dadurch zu finden, daß man bemerkt, um wieviel beym Fortgange von o nach d der Pol, Aequator, oder irgend ein bestimmter Punkt im Mittagskreise, seinen Abstand vom Zenith oder Horizonte ändert, ist schon bey den Griechen zur Abmessung der Erde angewendet worden.

Das Vorgeben, daß Anaximander von Milet, einer der vornehmsten Schüler des Thales, die erste Abmessung der Erde unternommen habe, gründet sich blos auf eine übel verstandne Stelle des Diogenes Laertius (Vit. Philos. L. II. γῆς καὶ θαλάσσης περίμετρον πρῶτος ἔγραψεν), welche nichts weiter sagt, als daß dieser Weltweise den Umfang der Küsten von den damals bekannten Ländern zuerst in einer Zeichnung dargestellt habe. Eben so wenig kan man eine vom Archytas aus Tarent veranstaltete Erdmessung aus der Stelle des Horaz (Od. I. 28.):

Te maris et terrae, numeroque carentis arenae
Mensorem, Archyta etc.

beweisen, da der Dichter offenbar blos die Absicht hat, die Talente und Kenntnisse des Archytas zu erheben.

Die erste historisch gewisse Abmessung der Erde ist die von Eratosthenes in Alexandrien (400 Jahre v. C. G.), deren außer dem Strabo und Plinius, auch Cleomedes (Theoria cyclica, Basil. apud Henr. Petri 1547. 8. cap. 10.) gedenkt. Eratosthenes nahm hiebey an, daß die Stadt

Syene, an den Grenzen Egyptens und Aethiopiens, mit **Alexandrien** unter einerley Mittagskreise liege, wiewohl diese Voraussetzung falsch ist, und Syene nach dem **Ptolemäus** (Geogr. L. IV. c. 5.) um 1° 53′ ostwärts von Alexandrien gelegen hat. Nun war es bey den Alten bekannt, daß in Syene am Mittage des längsten Tages die Sonne im Scheitelpunkte stehe, und die Körper auf keine Seite einen Schatten würfen, daher auch **Lucan** (Pharsal. II. v. 586) von der

— umbras nusquam flectente Syene

redet. Zu Alexandrien aber beobachtete Eratosthenes den Schatten der Mittagssonne am längsten Tage mit Hülfe des Taf. VIII. Fig. 5. vorgestellten Werkzeugs (Scapha, Scaphium). Es war dies eine hohle Halbkugel AFB, mit einem getheilten Halbkreise, von deren Grunde F der senkrechte Stift FC (gnomon) aufgerichtet war. Stellte man dies an die Sonne, und richtete den Stift FC nach dem Zenith Z, so gab die Länge seines Schattens Fs in Theilen des Kreises ausgedrückt, das Maaß des Winkels FCs = ZCS, d. i. den Abstand der Sonne vom Scheitel, an. So fand Eratosthenes diesen Abstand am Mittage des längsten Tages = $\frac{1}{50}$ des Kreises (nach dem bey uns gewöhnlichen Ausdrucke = 7° 12′). Er schloß hieraus, daß Alexandrien von Syene, wo in eben dem Augenblicke die Sonne im Scheitel selbst stehe, um $\frac{1}{50}$ des ganzen Umkreises der Erde entfernt sey, und setzte daher diesen Umkreis, da beyde Städte nach den Berichten der Reisenden 5000 Stadien weit aus einander lagen, auf 50 × 5000 = 250000 Stadien, wiewohl **Plinius** (Hist. nat. II. 108.) angiebt, er habe 252000 Stadien gefunden. Es ist aber sehr streitig, was für ein Maaß dieses Stadium gewesen sey. Rechnet man es mit **Lulofs** (Einleitung zur mathemat. und physikal. Kenntniß der Erdkugel, S. 67.) zu 570 pariser Fuß, so giebt diese Messung den Umkreis der Erde bey weitem zu groß. Uebrigens soll sie hundert Jahre nachher von **Hipparchus** berichtiget worden seyn, obgleich **Plinius** und **Strabo** (lib. II.) in ihren Nachrichten von dieser Verbesserung sich sehr widersprechen.

Eine andere Angabe der Größe der Erde rührt von dem Stoiker **Posidonius** zu Rhodus her, und gründet sich nach dem Berichte des **Cleomedes** auf die Beobachtungen der Höhe des Canopus. Da dieser Stern zu Rhodus täglich nur auf kurze Zeit im südlichen Horizonte sichtbar ward, und sogleich wieder verschwand, zu Alexandrien aber im Mittagskreise sich um den 48sten Theil des Kreises (d. i. um $7\frac{1}{2}$) über den Horizont erhob, so nahm Posidonius den Abstand beyder Orte, welcher 5000 Stadien betrug, für den 48sten Theil des Umkreises der Erde an, und setzte daher den letztern auf 240000 Stadien. Da dies griechische Stadien sind, welche genau 180000 alexandrinische ausmachen, und das alexandrinische Stadium auf 685 pariser Fuß gesetzt werden kan (Lulofs §. 44. 45.), so giebt diese Bestimmung jeden Grad 500 Stadien, oder 342500 par. Fuß $= 57083\frac{1}{3}$ Toisen, welches der Wahrheit sehr nahe kömmt. Auch **Strabo** führt an, daß Posidonius die Größe des Umfangs der Erde 180000 Stadien setzte: **Ptolemäus** (Geogr. L. VII. c. 5.) nimmt eben diese Größe der Erde an, schreibt aber ihre Bestimmung dem Eratosthenes, Hipparch und Maximus Tyrius zu. Weitläufigere Untersuchungen über diese Messungen der Alten und die dabey gebrauchten Maaße findet man bey **Riccioli** (Geographia reform. lib. V. c. 7.), **Snellius** (im Eratosthenes Batavus), **Struyck** (Over de Grotte der Aarde) und **Eisenschmidt** (De ponderibus et mensuris. Argent. 1708. 8.).

Um das Jahr 827 der christlichen Zeitrechnung ließ der berühmte Kalif **Al-Mamon** durch viele nach Bagdad berufene Mathematiker zween Grade des Mittagskreises in der Ebne Singar längst den Küsten des arabischen Meerbusens abmessen. Von dieser Messung giebt **Alfraganus** in seiner Astronomie die Nachricht, daß man die Größe des Grades 56 bis $56\frac{2}{3}$ arabische Meilen gefunden habe. Man ist aber auch über dieses Maaß noch ungewiß

Die im Jahre 1525 von dem französischen Arzte **Fernel** versuchte Messung, deren **Snellius** und **Riccioli** erwähnen, beruhte auf äußerst unsichern Gründen. Er beobachtete die Polhöhe von Paris, fuhr dann gerade nach Nor-

den, bis er aus der mittäglichen Sonnenhöhe glaubte, einen Grad weiter gekommen zu seyn, und maß den Weg durch die Anzahl der Umläufe seines Wagenrads. Nach der Zeit haben **Clavius, Kepler, Casati** u. a. viele geometrische Methoden, die Größe der Erdkugel aus Beobachtungen auf Bergen zu finden, angegeben, welche man beym **Varenius** (Geogr. gener. ed. Cantabr. 1672. 8. p. 27.) und **Riccioli** (Geograph. reform. L. V. c. 14. sqq.) zum Theil auch beym **Wolf** (Elementa geograph. mathem. Cap. I. Problem. 2. sqq.) findet, die aber sämmtlich wegen der dabey unvermeidlichen Fehler keine Aufmerksamkeit verdienen.

Das einzige Verfahren, welches hiebey die nöthige Richtigkeit gewähren kan, ist die Ausmessung eines an der Mittagslinie hinlaufenden Stücks der Erdfläche durch eine **Dreyeckverbindung**. Eine solche stellt Taf. VIII. Fig. 6. vor. Es sey Aβ die durch den Ort A gehende Mittagslinie; B, C, D, E, F seyen Standpunkte, z. B. Signale auf Bergen, Thürme u. dgl., von deren jedem man auf einige der benachbarten frey sehen kan; ab eine angenommene Grundlinie, von deren Endpunkten ebenfalls eine freye Aussicht auf einige der nächsten Signale statt findet: so werden sich, wie die Figur deutlich zeiget, sämmtliche Punkte durch die von A bis B reichende Reihe von Triangeln AFE, Fab, bFE, EbC, bCD, DCB verbinden lassen. Ist nun die Grundlinie ab nebst allen in der Figur vorkommenden Winkeln bekannt, so läßt sich durch trigonometrische Berechnung die Länge jeder Seite der Dreyecke bestimmen, und die ganze Figur genau in Grund legen. Kennt man ferner die Winkel FAβ, EAβ, welche die an A liegenden Seiten mit der Mittagslinie Aβ machen, so lassen sich auch diejenigen Dreyecke der Figur, welche einen Theil der Mittagslinie zur Seite haben, wie AFγ, Eγδ u. s. w. bis an den Punkt β (wo bey β ein rechter Winkel ist) berechnen. Die Summe der Linien Aγ, γδ u. s. f. giebt alsdann die Länge des ganzen gemessenen Stücks vom Mittagskreise Aβ. Wird nun noch durch astronomische Beobachtungen in A und B ausgemacht, um wieviel sich die Polhöhen oder die Abstände eines culminirenden Sterns vom

Scheitel an beyden Orten unterscheiden, so giebt dieser Unterschied die Größe des Bogens AB in Graden, Minuten ꝛc. des Umkreises der Erde an. Die Vergleichung lehrt dann sogleich, wie groß an dieser Stelle ein Grad des Mittagskreises sey. Und da hiebey alles auf Messung einer einzigen Grundlinie, auf Messungen von Winkeln auf der Erde und am Himmel, und auf Berechnung beruht, so sieht man bald, daß der ganze Plan auf die sichersten Gründe gebaut ist, die man bey dem gegenwärtigen Zustande der mathematischen Praxis nur immer haben kan.

Diesen einzig richtigen Weg hat zuerst der Holländer **Willebrord Snellius** im Jahre 1615 betreten, und seine Messung in einem eignen Werke (Eratosthenes Batavus s. de terrae ambitus vera quantitate. Lugd. Bat. 1617. 4.) beschrieben. Seine Triangelverbindung gieng von Alkmaar nach Leiden und nach Bergen op Zoom. Ihm bleibt zwar das unstreitige Verdienst, diesen Weg, worauf ihm nach der Zeit alle andern Geometer gefolgt sind, zuerst betreten zu haben, welches Verdienst um desto größer ist, da er sich bey den trigonometrischen Berechnungen des Vortheils der Logarithmen noch nicht bedienen konnte, und also den ermüdendsten Weitläuftigkeiten der Rechnung ausgesetzt war; allein eben dadurch fiel auch sein Resultat, welches den Grad in Holland 28500 rheinl. Ruthen oder 55021 Toisen setzt, viel zu klein aus, und ob er gleich selbst die Fehler seiner Messung und Rechnung einsahe, so hinderte ihn doch der Tod im Jahre 1626 sie zu verbessern. **Musschenbroek** hat nachher diese Arbeit wiederholt, und das Resultat (Dissertationes physicae et geometricae. Lugd. 1729. 4. Diss. de magnitudine terrae) auf 29514 rheinl. Ruthen oder 57033 Toisen gesetzt.

Norwood's Messung zwischen London und York im Jahre 1635 gab den Grad 57300 Toisen, und die Versuche des **Riccioli** und **Grimaldi**, welche diese Aufgabe auf mannigfaltige Art bearbeiteten, setzten ihn auf 61478 Toisen. Die letztere Bestimmung aber verdient gar keine Aufmerksamkeit, weil sich ihre Urheber unzuverläßiger Metho-

den bedient haben; dahingegen die erstere von der Wahrheit nur wenig abweicht.

Ich komme nunmehr auf die so berühmt gewordene Messung des **Picard**, welcher den von Snellius angegebnen Weg zuerst mit bessern Werkzeugen und mehrern Hülfsmitteln der Rechnung verfolgte. Diesem Gelehrten ward bey der Errichtung der Akademie zu Paris aufgetragen, eine Gradmessung in Frankreich zu veranstalten. Er machte daher im Jahre 1669 eine von Malvoisine bis Amiens reichende Verbindung von Dreyecken, bediente sich dabey zur Messung der Winkel zum Erstenmale der Instrumente mit Fernröhren oder teleskopischen Dioptern, und bestimmte dadurch den Grad in dieser Gegend auf 57060 Toisen. (Mésure de la terre par M. *Picard*, Paris 1671. 8. auch im Auszuge bey seinem Traité du nivellement. Paris 1684. 12.). So genau sein Verfahren war, so hat dennoch Herr von **Maupertuis** (Degré du meridien entre Paris et Amiens, Paris, 1740. 8.) noch einige Berichtigungen desselben versucht.

Unter der damals noch allgemein angenommenen Voraussetzung der vollkommnen Kugelgestalt folgte aus **Picard's** Bestimmung der Umkreis des Meridians = 360 × 57060 = 20541600 Toisen; hieraus durch das Verhältniß 355 : 113 die Größe des Durchmessers der Erde = 6538600 Toisen; die des Halbmessers = 3269300 Toisen, oder 19615800 pariser Schuh. Diese Bestimmung haben **Huygens** und **Newton** bey ihren Berechnungen zum Grunde gelegt, und man gebraucht sie noch jetzt, wenn es nicht nothwendig ist, auf die abgeplattete Gestalt der Erde Rücksicht zu nehmen.

Allein da **Picard** selbst anrieth, die von ihm angefangene Gradmessung fortzusetzen, so veranlassete dies die in den Jahren 1683, 1700 und 1718 unternommene Verlängerung der pariser Mittagslinie durch ganz Frankreich, bey welcher die beyden **Cassini** die nördlichen Grade kleiner, als die südlichen, zu finden glaubten und dadurch den bereits im Vorigen erzählten Streit über die Gestalt der Erde erregten, welcher erst durch die in den Jahren 1735 bis 1744

in Peru und Lappland von **Bouguer** und **Maupertuis** angestellten Messungen entschieden ward. Da die Geschichte dieser Unternehmungen schon oben erzählt worden ist, so habe ich hier nur anzuführen, was für Schlüsse man daraus in Absicht auf die Größe der Erdkugel hergeleitet hat.

Folgende Tabelle (Bode Kenntniß der Erdkugel, S. 82.) zeigt die Länge aller bisher gemessenen Grade des Mittagskreises in Toisen.

Beobachter.	Orte und Gegenden.	Mittlere Breite.			Länge d. Grads.
Bouguer	Peru - -	1°	20′	S.	56753
de la Caille	Vorgeb. d. g. Hofn.	33	18	S.	57037
Mason	Pensylvanien -	39	12	N.	56888
Boscowich	bey Rom -	43	1		56979
Cassini	Perpignan, Rhodes	44	33		57048
Beccaria	Turin - -	44	44		57138
Liesganig	Ungarn -	45	57		56881
Cassini	Rhodes Bourges	46	14		57040
— — —	Bourges Paris	47	28		57071
Liesganig	Wien - -	48	43		57086
Cassini	Paris, Amiens	49	20		57074
— — —	Amiens, Dünkirch.	50	27		57092
Snellius	Holland -	52	2		57145
Norwood	England -	53	0		57300
v. Maupertuis	Lappland -	66	19		57422

Wegen der abgeplatteten Gestalt der Erde wird die genauere Untersuchung ihrer Größe abhängig von den Bestimmungen ihrer Figur, und von dem Verhältnisse ihrer Axe zum Durchmesser des Aequators. Es ist aber noch bis hieher unmöglich, hierüber etwas Gewisses anzugeben. Man wird schon in der Tabelle bemerken, daß der von **de la Caille** gemessene Grad größer ausfällt, als man bey der Breite, unter der er gemessen ist, erwarten sollte, welches auf die Vermuthung leitet, daß die südliche Halbkugel anders, als die nördliche, gekrümmt, mithin die Erde kein vollkommnes Ellipsoid sey, wie man doch bey den Berechnungen ihrer Größe annehmen muß. Inzwischen bemerkt Herr **Klügel** (in **Bode** astronomischem Jahrbuche von

1787 und 1788), daß demohnerachtet die Erde ein Ellipsoid seyn könne, dessen Axe aber nur von der Axe der Umdrehung in etwas verschieden sey. Wäre diese Verrückung der Axe oder des Schwerpunkts durch eine Revolution bewirkt worden, und hätte das Cap ehedem vom Aequator weiter abgelegen, als jetzt, so ließe sich die Größe des Grades daselbst erklären, ohne eine andere als die ellipsoidische Gestalt der Erde anzunehmen.

Unter der Voraussetzung dieser Gestalt kommen bisher noch immer andere Verhältnisse des Durchmessers zur Axe heraus, je nachdem man dieses oder jenes Paar von Graden vergleicht. **Mallet** (Mathem. Beschr. der Erdkugel, Cap. IV. §. 23.) giebt nach seiner auf die Natur der Ellipse gegründeten Formel Folgendes an:

Verglichene Paare von Graden.	Verhältniß des Durchmessers zur Axe.
Lappland, Frankreich	144,5 : 143,5
Cap der guten Hofnung, Peru	180,7 : 179,7
Lappland, Peru	215,2 : 214,2
Lappland, Cap der gut. Hofn.	240,6 : 239,6
Frankreich, Peru	300,6 : 299,6
Italien, Peru	351,5 : 350,5

Das Mittel aus diesen allen ist 238,8 : 237,8, welches **Newtons** aus der bloßen Theorie hergeleitetem Verhältnisse 230,6 : 229,6 nahe genug kömmt. **Euler** (Mem. de l'Acad. de Prusse 1753. p. 265.) hat die vier von Picard, Maupertuis, Bouguer und de la Caille gemessenen Grade dadurch in eine Ellipse zu bringen gesucht, daß er jeden um etwas ändert. Er findet dieser Ellipse Durchmesser zur Axe wie 230 : 229, welches Newtons Verhältniß selbst ist. **De la Caille** aber war mit diesen Aenderungen nicht zufrieden. Nach andern Regeln und Voraussetzungen finden das Verhältniß des Durchmessers zur Axe

Maupertuis wie	178 : 177
Bouguer	179 : 178
de la Caille	200 : 199
Ulloa	266 : 265
de la Condamine	300 : 299

Uebrigens läßt sich dieses Verhältniß auch unmittelbar durch Vergleichung der Pendeln an verschiedenen Orten, ohne besondere Gradmessung finden; s. **Pendel**.

Legt man ein anderes Verhältniß zum Grunde, so erhält man natürlich auch andere absolute Größen des Durchmessers und der Axe selbst. Einige der vornehmsten Angaben hierüber sind folgende, in Toisen ausgedrückt:

	Halbe Axe.		Halbm. d. Aequ.
Maupertuis	3262800	·	3255398
Bouguer	3262688,5	·	3281013
die **berliner astr. Tafeln** (Newtons Verhältniß)	3262875	·	3277123
Maller (200:199) ·	3264049	·	3280451

Herr **Klügel**, welcher sehr scharfsinnig untersucht hat, was sich aus allen bisherigen Messungen auf der Nordseite des Aequators noch am wahrscheinlichsten folgern lasse, giebt folgendes an:

Mittlerer Halbmesser der Krümmung	3 271 589 Toisen.
Mittlerer Grad des Mittagskreises	57 100
Halbmess. der Krümm. unter d. Aequ.	3 251 249
- - - - - unter d. Pol	3 303 045
Halbmesser des Aequators	3 279 991
Halbe Erdaxe	3 262 447
Verhältniß beyder	187:186
Mittlerer Halbmesser der Erde	3 275 790 Toisen.
Größe des Grads auf dem Aequ.	57 247
Größe des Grads auf dem mittlern Umfange der Erde	57 173,5
Der 15te Theil hievon, oder die geographische Meile	3 811,6

oder 23661 rheinl. Fuß = 26274 leipz. Fuß.

nach welchen Angaben auf den Umfang eines Meridians 5393, und auf den Umfang des Aequators 5407 geographische Meilen kommen.

Maller theilt, freylich nach andern Voraussetzungen, analytische Berechnungen der ellipsoidischen Oberfläche und des körperlichen Inhalts mit, nach welchen

der Umkreis eines Meridians 5389 geogr. Meilen
die Oberfläche der Erde 8400165 Quadr. Meilen
der körperliche Inhalt 2669064400 Cubikmeilen
beträgt.

Soweit reichen die Resultate der bisherigen Beobachtungen, welche es sogar unwahrscheinlich machen, daß sich jemals etwas Bestimmteres über die Größe und Gestalt der Erde werde angeben lassen. Inzwischen ist das Gefundene zu den meisten Absichten völlig hinreichend. Da die **Abplattung** der Erde (*degré d'applatissement*) oder die Grösse, um welche die Axe kürzer als der Durchmesser ist, nur sehr wenig (zwischen $\frac{1}{178}$ und $\frac{1}{300}$ des Durchmessers) beträgt, so sieht man leicht, daß es ganz überflüßig seyn würde, bey Verfertigung der Landkarten und Globen darauf Rücksicht zu nehmen.

In den mehresten Fällen wird man sich schon damit begnügen können, die Erde als eine vollkommne Kugel zu betrachten, auf der der Grad eines größten Kreises nach Picards Messung 57060 Toisen, oder nach Herrn **Klügels** Mittel aus den neuern Bestimmungen $57173\frac{1}{2}$ Toisen beträgt. Nennt man den funfzehnten Theil eines solchen Grades **eine Meile** (s. **Meile, geographische**), so enthält der ganze Umfang 5400 solcher Meilen, woraus man nach den bekannten Regeln der Geometrie
den Durchmesser - 1719 Meilen,
die Oberfläche - 9 282 060 Quadr. Meilen,
den körperlichen Inhalt - 2659 310 190 Cubikmeilen,
findet. In chursächsischen Meilen, jede zu 2000 achtelligen Ruthen oder 32000 leipziger Fuß gerechnet (s. **Meile**), und das Verhältniß des pariser Fußes zum leipziger, wie 14400 : 12529 gesetzt, würde nach den Klügelischen Angaben
der Durchmesser des Aequators - 1413,7 Meilen
der mittlere Durchmesser der Erdkugel 1409,9
die Axe der Erde - - - 1406,1
betragen.

Die Erdkugel, als Planet betrachtet.

Es kan in unsern Zeiten nicht mehr als zweifelhaft angesehen werden, daß unsere Sonne einer von den unzählbaren leuchtenden Himmelskörpern sey, welche wir Fixsterne nennen, und daß die Erde unter die Anzahl der dunkeln Körper gehöre, welche in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, und denen wir den Namen der **Planeten** geben. Mit welchem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit sich dieses behaupten lasse, wird bey dem Worte: **Weltsystem** mit mehrerm gezeigt werden.

Die **Erde** ist unter den sieben um die Sonne laufenden Planeten, vom Mittel oder von innen aus gerechnet, der **dritte**. Ihre Laufbahn umschließt die Bahnen des Merkurs und der Venus (der **untern** Planeten), dagegen sie von den Bahnen des Mars, Jupiter, Saturn und Uranus (der **obern** Planeten) umschlossen wird. Daher kömmt es, daß wir von der Erde aus die untern Planeten beständig bey oder neben der Sonne, die obern aber bisweilen auch der Sonne gegenüber sehen (s. **Aspecten**, **Opposition**).

Der **Umlauf** der Erde um die Sonne (motus periodicus, *revolution périodique*) erfolgt in der elliptischen **Erdbahn**, in deren Brennpunkte die Sonne steht. Nach den neusten astronomischen Bestimmungen läßt sich die halbe große Axe dieser Bahn, oder der mittlere Abstand der Erde von der Sonne auf 23430 Halbmesser oder 11715 Durchmesser der Erde setzen. Man kan sich den Begriff hievon so machen, daß gegen 12000 Erdkugeln an einander gesetzt werden müßten, um von hier aus die Sonne zu erreichen. Theilt man diese Größe in 100000 Theile, so macht die Eccentricität der Erdbahn (s. **Eccentricität**) 1683 solcher Theile aus. Ohngefähr um den Anfang des Jahres ist die Erde der Sonne am nächsten, und um den ersten Junius steht sie von ihr am weitsten ab; s. **Sonnennähe**, **Sonnenferne**.

Die Zeit, in welcher unsere Erde diese große Bahn völlig einmal durchläuft, heißt das **Sonnenjahr**, und be-

trägt ohngefähr $365\frac{1}{4}$ Tage, oder 8766 Stunden. Genauere Bestimmungen derselben werden bey dem Worte: **Sonnenjahr**, gegeben. Nimmt man die Erdbahn zur Erleichterung der Rechnung für einen Kreis an, dessen Halbmesser 23430 Erdhalbmesser beträgt, so findet man daraus den in 8766 Stunden zurückgelegten Umfang = 147214 Erdhalbmessern, deren jeder $859\frac{1}{2}$ geographische Meile gerechnet werden kan. Die Erde durchläuft also in einer Stunde $\frac{147214 \times 859,5}{8766} = 14434$, folglich in einer einzigen Secunde 4 Meilen oder 94644 rheinl. Fuß, welches die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel, die man auf 600 Fuß in einer Secunde setzen kan, 157mal übertrift.

Die Richtung dieser Bewegung geht nach der Folge der himmlischen Zeichen, d. i. so, daß die Erde einem innerhalb ihrer Bahn gestellten mit dem Haupte gegen den Nordpol gekehrten und gegen die Erde sehenden Zuschauer stets von der Rechten gegen die Linke zu laufen scheinen würde, s. **Folge der Zeichen**.

Die **Umwälzung** der Erde um ihre Axe (motus vertiginis, *revolution diurne*, *rotation*) geschieht in einem Zeitraume, der sich immer gleich bleibt, und daher das eigentliche aus der Natur selbst genommene Maaß der Zeit abgiebt. Er heißt der **Sterntag**, oder **Tag der ersten Bewegung**, s. **Sternzeit**, und macht in mittlerer Sonnenzeit nur 23 St. 56 Min. 4 Sec. aus. Die Richtung dieser Bewegung ist ebenfalls nach der Folge der Zeichen, oder von Abend gegen Morgen. Diese Umwälzung der Erdkugel, welche wir an nichts weiter, als an den Gestirnen, bemerken, macht, daß sich die Himmelskugel täglich nach der entgegengesetzten Richtung, oder von Morgen gegen Abend, um die verlängerte Erdaxe zu drehen scheint.

Bey dieser Umwälzung beschreibt jeder Ort einen desto größern oder kleinern Kreis, je geringer oder größer sein Abstand vom Aequator der Erde ist. Taf. VIII. Fig. 3., wo PR die Axe der Umdrehung ist, beschreibt der Ort E einen Kreis vom Halbmesser HE, G einen vom Halbmesser KG.

Der im Aequator AQ selbst gelegne Ort beschreibt einen größten Kreis, und legt also binnen 24 Stunden 5400 Meilen, d. i. in einer Secunde 1540 rheinl. Fuß zurück, welche Geschwindigkeit die einer Kanonenkugel etwa $2\frac{1}{2}$mal übertrift.

Es steht aber die Axe der täglichen Umwälzung der Erde nicht senkrecht auf der Ebne ihrer jährlichen Bahn, sondern neigt sich vielmehr um einen Winkel von etwa $23\frac{1}{2}°$ (s. **Schiefe der Ekliptik**) gegen diejenigen Himmelsgegenden, in welchen die Weltpole stehen. Diese Neigung behält die Erdaxe in allen Stellen der Erdbahn ohne beträchtliche Veränderung bey, so daß sie sich jederzeit ziemlich parallel bleibt. Die schiefe Stellung der Erdaxe gegen die Erdbahn macht, daß sich der Aequator des Himmels und die Ekliptik unter eben diesem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ zu durchschneiden scheinen; daher die Sonne in unsern Gegenden vom 21. März bis 21. Jun. um $23\frac{1}{2}°$ über den Aequator hinauf gegen den Nordpol steigt, vom 23. Sept. aber bis 21. Dec. um eben soviel unter den Aequator hinab gegen den Südpol sinkt. Hierinn liegt der Grund der abwechselnden Tageslängen und Jahrszeiten auf unserer Erdkugel. Die einfache und schöne Erklärung, welche sich im kopernikanischen Weltbau hievon geben läßt, wird bey dem Worte: **Weltsystem** ausführlicher vorgetragen werden.

Der jährliche Umlauf der Erde um die Sonne erfolgt so, wie es die Gesetze der elliptischen Centralbewegungen erfordern, s. **Centralbewegung, Centralkräfte.** Es folgt also daraus, daß die Erdkugel gegen die Sonne durch eine Gravitation getrieben werde, welche sich umgekehrt, wie das Quadrat ihres Abstandes von derselben, verhält. Zu dieser Gravitation muß im ersten Anfange ein Stoß oder eine mitgetheilte Bewegung nach einer Tangente der Erdbahn hinzugekommen seyn, dessen Verbindung mit der Gravitation den Anfang der Umlaufsbewegung verursacht hat, welche nun durch beständige Verbindung der einmal mitgetheilten Bewegung mit eben dieser Gravitation unaufhörlich fortdauert. Ein anderer Stoß, oder eine andere mitgetheilte Bewegung ist die Ursache der Umdrehung um die

Axe geworden, welche nun ganz unabhängig von dem jährlichen Umlaufe, als eine einmal mitgetheilte Bewegung vermöge der Trägheit der Materie, sich stets gleichförmig in eben derselben Geschwindigkeit erhält. Beyde Bewegungen gehen zwar nach einerley Seite zu, ihre Richtungen aber schneiden sich doch unter einem Winkel von 23½ Graden.

Inzwischen wird die Erdkugel bey ihrem jährlichen Umlaufe um die Sonne, durch ihre Gravitation gegen andere Weltkörper, hauptsächlich gegen den Mond, die Venus und den Jupiter, ein wenig gestört. Davon rühren die Veränderungen der Sonnennähe und Sonnenferne, und andere Ungleichheiten in der scheinbaren Bewegung der Sonne her, auf welche man bey der Berechnung ihres jedesmaligen wahren Ortes aus den astronomischen Tafeln Rücksicht nehmen muß, und von welchen sich in keinem andern, als in dem kopernikanischen System und nach Newtons Lehre von der allgemeinen Schwere, eine Ursache angeben läßt.

Der scheinbare Durchmesser der Erdkugel würde aus der Sonne betrachtet, nur unter einer Größe von 17 Sekunden oder wenig drüber, erscheinen, s. **Sonnenparallaxe**, d. i. die Erde zeigt sich daselbst nur so groß, als uns der Planet Mars, wenn er Abends um 9 Uhr in Süden steht. Da uns nun der Durchmesser der Sonne etwas über einen halben Grad (32′) groß, und also 112mal größer, erscheint, so folgt hieraus, daß die Erdkugel

im Durchmesser 112mal
an Oberfläche 12544mal
an körperlichem Raume 1404928mal

kleiner, als die Sonne, sey.

Aus den Vergleichungen der Gravitation der Planeten gegen die Sonne mit der Schwere der Erdkörper berechnet **de la Lande**, daß in gleichen Entfernungen die Gravitation nach der Sonne 365412mal stärker, als die Schwere nach der Erde sey. Weil sich nun nach Newtons Grundsätzen die Gravitation in gleichen Abständen, wie die Masse des anziehenden Körpers verhält, so folgt hieraus, daß die

Masse der Erde nur den 365412ten Theil von der Masse des Sonnenkörpers ausmache. Da endlich die Dichtigkeiten sich, wie die Quotienten der Massen durch die Volumina, verhalten, so findet sich die Dichte des Erdkörpers $\frac{1404928}{365412}$ d. i. beynahe viermal größer, als die Dichte der Sonne.

Man bezeichnet in der Sternkunde die **Erde**, wenn man sie als einen Planeten betrachtet, mit ♁.

Sie hat zum beständigen Begleiter in ihrer jährlichen Laufbahn den **Mond**, einen im Durchmesser beynahe viermal kleinern kugelförmigen Körper, welcher seinen elliptischen Umlauf um die Erde, von der er etwa um 60 Erdhalbmesser absteht, monatlich einmal vollendet, und von welchem in einem eignen Artikel gehandelt wird.

Oberfläche der Erde.

Nach der im Vorigen angegebnen Größe der Erde begreift ihre Oberfläche einen Raum von 9282060 geographischen Quadratmeilen. Zwar ist die wahre Oberfläche wegen der durch Berge und Thäler verursachten Unebenheiten größer; da sich aber hierüber keine Rechnung führen läßt, so giebt obige Zahl wenigstens die der Meeresfläche gleich liegende Grundoberfläche an.

Der größte Theil dieser Oberfläche ist mit Wasser bedeckt, über welches vornehmlich zwey große Stücken festen Landes, außerdem aber auch noch viele tausend kleinere Inseln von verschiedener Größe hervorragen, und die den Menschen angewiesenen Wohnplätze ausmachen. Da das südwärts von den **Molucken** gelegne **Neuholland** eine sehr große Insel ist, so wird es von Herrn **Forster** (Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung, a. d. Engl. Berlin, 1783. 8.) für ein drittes Stück festen Landes gerechnet.

Das erste Stück des festen Landes, gemeiniglich die **alte Welt** genannt (weil es größtentheils schon den Alten bekannt war), begreift die drey Welttheile, oder Erdtheile **Europa**, **Asien** und **Afrika**. **Europa** bedeckt ohnge-

fähr den 54sten Theil der Erdfläche, liegt fast ganz in der nördlichen gemäßigten Zone, und erstreckt sich nur mit einem geringen Theile über den Polarkreis hinaus in die nördliche kalte Zone. **Asien** gränzt an Europa ostwärts, macht den 14ten Theil der Erdfläche aus, sein mittlerer und ganz zusammenhängender Theil fällt in die nördliche gemäßigte, der nördliche in die kalte, und der südliche streckt sich mit drey Landspitzen bis in die heiße Zone. **Afrika**, welches südwärts von Europa liegt, und den 17ten Theil der Erdfläche bedeckt, fällt größtentheils in die heiße, und hat nur seinen nordlichen Theil und seine südliche Spitze in den beyden gemäßigten Zonen.

Das zweyte Stück oder die von **Christoph Colom** im Jahre 1492 entdeckte **neue Welt** bestehet aus dem vierten Welttheile, welcher von dem Florentiner **Amerigo Vespucci** den Namen **Amerika** erhalten hat. Dieser Welttheil liegt von Europa aus, wenn man den nächsten Weg wählet, westlich, nimmt etwa den 16ten Theil der Erdfläche ein und erstreckt sich von der nordlichen kalten Zone über die nordliche gemäßigte, und durch die heiße bis tief in die südliche gemäßigte Zone hinein. Er wird durch die in der Mitte befindliche schmale Landenge bey **Panama** in zwey Theile, **Nord-** und **Südamerika** getheilt. Von dem nordlichsten Theile desselben kennen wir größtentheils nur die Küsten.

Die im großen Südmeere oder stillen Meere zwischen Asien und Amerika gelegnen häufigen Inseln haben einige neuere Geographen, unter dem Namen **Australien** oder **Polynesien**, als einen fünften Welttheil betrachtet. Es gehören dazu Neuholland, Neuguinea, das Land der Papuas, Neubritannien, Neuirland, Louisiade, Neuseeland und mehrere in der heißen und in der südlichen gemäßigten Zone gelegne Inseln.

Nach einer aus **Tempelmann** (New Surview of the Globe in 35 Kupfertafeln) und **Klügel** (Encyclopädie, Th. II. S. 422.) genommenen Berechnung giebt Herr **Bode** den Flächenraum von

Europa	=	171834	geogr.	□meilen.
Asien	=	641093	—	—
Afrika	=	531638	—	—
Amerika	=	572110	—	—
Neuholland	=	143000	—	—
Summe		2,059675		

Rechnet man nun auch die übrigen Inseln und das, was den neusten Entdeckungen zufolge noch für die Größe von Amerika hinzuzusetzen seyn möchte, auf eine Million Quadratmeilen, so hat man doch für das sämmtliche trockne Land nicht mehr als 3,059675 Quadratmeilen. Dies gegen die oben angegebne Größe der Kugelfläche gehalten, zeigt, daß über $\frac{3}{4}$ der Erdfläche mit Wasser bedeckt sind, und das feste Land noch nicht $\frac{1}{4}$ beträgt. Die Hofnung, noch ein großes festes Land gegen Süden zu finden, mit der man sich sonst schmeichelte, scheint auch nunmehr ziemlich verschwunden zu seyn (Man s. **Forsters** Bemerkungen über Gegenst. der physik. Erdbeschr. S. 58. u. f.).

Wie Vorstellungen von der Oberfläche der Erde entworfen werden, s. bey dem Worte: **Landkarten.** Die ganze Oberfläche legen vor Augen: Eastern and Western Hemisphere, London, by *Jefferies* and *Faden*. 1773. 1775. auf zwey Bogen. Die nordliche und südliche Erdoberfläche, auf der Aequatorfläche entworfen, von **Christlieb Benedikt Funk.** Leipzig, 1781 auf zwey Bogen, nebst einer Anweisung zum Gebrauch. Hemisphère superieur et inferieur de la Mappemonde, projettés sur l'horizon de Paris par le P. *Chrysologue de Gy*. Paris 1778., zwey Bogen. Die obere oder nordliche, die untere oder südliche Halbkugel der Erde, mit den neusten Entdeckungen, auf den Horizont von Berlin stereographisch entworfen von **J. E. Bode.** Berlin, 1783. Zwey Bogen mit Anweisung zum Gebrauch.

Bey der Betrachtung dieser Abbildungen fallen folgende Bemerkungen leicht in die Augen.

1) Man kan die Erdkugel in zwo Helften theilen, deren eine größtentheils mit Land, die andere mit Wasser be-

deckt ist. Die Landhalbkugel hat Grosbritannien zu ihrem Mittelpunkte, und begreift alle vier Welttheile blos mit Ausschluß der südlichen Spitzen von Amerika und Asien; da hingegen die Wasserhalbkugel, deren Mittel in die Neuseelandsinseln fällt, außer diesen Spitzen lauter Meer und Inseln in sich fasset. Auf der künstlichen Erdkugel theilt der Horizont beyde Halbkugeln ab, wenn man den 185sten Grad der Länge unter den messingenen Meridian führt, und den Globus selbst auf die südliche Polhöhe von 50 Grad stellt.

2) Fast alle große Stücken des festen Landes endigen sich gegen Süden zu in Spitzen mit hohen Vorgebirgen, welche westwärts große Buchten oder Meerbusen, ostwärts Inseln neben sich haben. Diese Anordnung findet sich an der Spitze von Afrika, am Cap Comorin in Asien, an der Spitze von Amerika, an Neuholland rc. Der Anblick ist fast so, als ob eine große von Süden hereingebrochne Wasserfluth dem trocknen Lande seine Gestalt gegeben hätte.

Uebrigens habe ich wegen anderer hiemit verbundenen Materien auf die Artikel: **Meer, Berge, Quellen, Flüsse, Seen** zu verweisen.

Innere Beschaffenheit der Erdrinde.

Es ist unmöglich, von der innern Beschaffenheit der Erde selbst etwas mehr, als Muthmaßungen anzugeben. Selbst die tiefsten Bergwerke erstrecken sich nicht über eine Teufe von 500 Lachtern oder etwa 510 Toisen, welches kaum $\frac{1}{2000}$ des Halbmessers der Erde austrägt. Und selbst diese Oefnungen sind in Bergen, d. i. an höhern Stellen der Erdfläche gemacht, da die niedrigsten vom Meere bedeckt werden. Aus den Erfahrungen im Innern der Berge auf das Innere der Erde schließen, wäre also eben soviel, als die innere Structur einer Eiche nach ihrer Rinde beurtheilen. Inzwischen werden doch die vornehmsten Resultate der Erfahrungen über die Rinde selbst hier eine schickliche Stelle finden.

Wo man auch in die Erde gräbt, findet man im platten Lande den lockern Theil ihrer Rinde aus verschiedenen

über einander gelegten **Schichten** oder **Lagern** (*Strata, couches*) zusammengesetzt. Die oberste Lage besteht gemeiniglich aus der sogenannten **Damm**= oder **Gartenerde, vegetabilischen Erde**, worinn die Pflanzen wachsen, und in welche auch die Thiere und Pflanzen durch Fäulniß, Vertrocknung und Abreibung wieder aufgelöset werden. Man findet aber auch dergleichen Dammerde bisweilen in einiger Tiefe unter andern Schichten. Die Ordnung der Schichten richtet sich nicht immer nach der eigenthümlichen Schwere der Materien. Beyspiele solcher, besonders beym Brunnengraben gemachter, Erfahrungen, finden sich unter andern bey **Bergmann** (Physikal. Beschr. der Erdkugel, Th. I. S. 176 u. f.). So fand man in Amsterdam im Jahre 1616 obenauf Dammerde 7 Fuß, sodann Torf 9 Fuß; weichen Thon 9; Sand 8; Erde 4; Thon 10; Erde 4; Sand 10; blauen Thon 2; weißen groben Sand 4; dürre Erde 5; feine weiche Erde 1; Sand 14; Sand mit Thon 8; Sand mit Conchylien 4; Thon 102; Sand 31, zusammen eine Tiefe von 232 Fuß bis auf das Wasser.

Dergleichen Schichten entstehen sonst, wenn Wasser mehreremal mit ungleichen Materien vermischt wird, und dann jedesmal soviel Ruhe genießet, daß die beygemischten Theile niederfallen und **Bodensätze** bilden können. Sind die Erdschichten so entstanden, so muß alles trockne platte Land einmal mit Wasser bedeckt gewesen seyn; und dieses Wasser muß zu verschiedenen Zeiten verschiedene Beymischungen gehabt haben. Die häufigen Conchylien, die man hin und wieder in den Erdschichten, bisweilen in großen Tiefen findet, ingleichen die Unebenheiten mancher Schichten, welche gleichsam das wellenförmige Schwanken des Wassers zur Zeit des Niederfallens anzeigen, setzen es beynahe außer Zweifel, daß die obere Erdrinde auf diese Art gebildet sey. Alles dies kan auch nicht durch plötzliche Ueberschwemmungen, sondern nur durch einen langwierigen und ruhigen Stand des Wassers bewirkt worden seyn.

Andere Schichten sind neuer, und durch wiederholte Ueberschwemmungen des Trocknen entstanden. Darauf kan

man vornehmlich schließen, wenn man die Dammerde i
der Tiefe mit andern Schichten bedeckt wieder f ndet. Die
neuern Schichten zeigen auch nie Ueberreste von Conch
lien. Oft finden sich Schichten von Lava und andern vulk
nischen Materien, deren Ursprung offenbar von Ausbr
chen des unterirdischen Feuers herzuleiten ist.

Eben diese Resultate lassen sich auch aus der Betrac
tung des Innern der Berge herleiten. Zwar zeigen die u
sprünglichen oder zur erstern Ordnung gehörigen Berge, we
che größtentheils aus Granit bestehen, keine regelmäßig
Schichten und keine Spuren von Seeprodukten; desto hä
figer aber trifft man sowohl den lagerförmigen Bau, als au
die Seekörper in den Schiefergebirgen und vorzüglich
den Flötzgebirgen oder Bergen der zweyten Ordnung an. Ei
dritte Classe der Berge, welche aus Sandstein, Merge
schichten, Eisen und Kupfererzen, Gypssteinen u. dgl. b
steht, scheint neuer zu seyn, und enthält, statt der Seepr
dukte, Spuren von Holz, Pflanzen und Landthieren. Ei
vierte Classe endlich zeigt deutlich ihren vulkanischen U
sprung. Man sehe hierüber den Artikel Berge *).

Oefters haben neben einander liegende Berge einerl
Schichten in einerley Ordnung, und es hat das Ansehe
als ob das Thal zwischen ihnen herausgerissen wäre. Bi
weilen haben auch die Thäler ihre eignen Lagen, als ob di
selben erst nach der Bildung des Thals entstanden wäre
Im Innern bestehen die Berge aus großen Steinmasse
welche hie und da große Höhlen, Spalten und Risse habe
s. Höhlen. Manche dieser Spalten, besonders in den Schi
fergebirgen, sind mit mineralischen Körpern ausgefüllt, u

*) Zu dem Artikel Berge gehören noch folgende seit der Au
gabe des ersten Bandes erschienene vorzügliche Bücher:

C. Haidingers Entwurf einer systematischen Eintheilu
der Gebirgsarten, welcher den von der russisch-kayserl. Aca
der W. für d. J. 1785 ausgesetzten Preis erhalten ha
Petersburg, 1786. 4.

A. G. Werners kurze Classification und Beschreibung d
verschiedenen Gebirgsarten. Dresden, 1787 8.

Klassifikation der Gebirgsarten, nach den Voigtischen dr
Briefen über die Gebirgslehre. Leipz. 1787. 8.

werden in der Lehre vom Bergbau **Gänge** genannt. Sie können als Parallelepipeda angesehen werden, wovon zwo Dimensionen sehr groß gegen die dritte sind. Man nennt die Richtung ihres Fortgangs nach den Weltgegenden ihr **Streichen**, ihre Neigung gegen die Verticalebne ihr **Fallen**, und ihre dritte, gemeiniglich nur geringe, Dimension ihre **Mächtigkeit**. Sie streichen bisweilen sehr weit, indem sie sich der Mächtigkeit nach verschiedentlich erweitern, verengern und oft plötzlich abschneiden. Außer den großen Steinmassen trifft man auch hin und wieder ansehnliche Haufen einzelner losen Steine, neben und über einander aufgethürmt, oder am Fuß der Berge **Geschiebe** von eben dem Gestein an, das die Berge enthalten.

Die höchsten und ältesten Gebirge der Erdfläche werden gewöhnlich von den niedrigern Thonschiefergebirgen, diese von den **Kalkbergen**, und letztere an manchen Stellen von den Sandhügeln der dritten Ordnung umringt, welche sich allmählig im flachen Lande verlieren.

Was endlich das Innere der Erdkugel selbst betrifft, über dessen Beschaffenheit uns unmittelbare Beobachtungen gänzlich fehlen, so haben sich Einige dasselbe als eine ungeheure Höhlung vorgestellt, Andere haben es mit Feuer, Wasser, einem Magnete u. dgl. anfüllen wollen. Die Beobachtungen aber, welche Herr **Maskelyne** bey dem Berge **Shehallien** in Schottland über die Anziehung der Berge gegen das Bleyloth angestellt hat, und von welchen ich bey dem Worte: **Gravitation**, ausführlicher rede, haben gezeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel (s. **Dichte**) sich mit hinlänglicher Sicherheit doppelt so groß, als die Dichtigkeit dieses Berges, der ein dichter gleichförmiger Granit ist, setzen lasse, welche Erfahrung nach Hrn. **Maskelyne's** eigner Bemerkung alle Systeme umstößt, die aus der Erde eine **hohle** Kugel machen.

Hypothesen über die Entstehung und Bildung der Erde.

Die Menge der hierüber entworfenen Theorien ist ungemein zahlreich. Schon im entferntesten Alterthume fin-

den sich häufige Spuren von Versuchen, die Kosmogoni zu erklären. Viele unter den Alten nahmen ein **Chaos** an, aus welchem durch den Streit der Elemente eine Scheidung derselben erfolgt, und alles an seine gehörige Stelle getreten sey,

Lucidus hic aer, et quae tria corpora restant,
Ignis, aquae, tellus unus acervus erant.
Ut semel haec rerum secessit lite suarum,
Inque novas abiit massa soluta domos;
Flamma petit altum, propior locus aëra cepit,
Sederunt medio terra fretumque solo.

Ovid. Fast. I. 105. sqq.

Leucipp, Epikur und **Demokrit** hingegen ließen die Welt aus Atomen entspringen, welche von jeher in einer lothrechten fallenden Bewegung gewesen seyn, durch eine plötzliche Störung aber von ihrem geradlinichten Wege abgelenkt, sich zufällig zusammengefügt und so die Körper gebildet haben sollten. Ueber diese Meynungen der Alten hat **Bayle** im historisch-kritischen Wörterbuche unter den Art. **Ovid** und **Epikur** mit vielem Scharfsinn und Gelehrsamkeit geschrieben.

Descartes (Principia philosophiae, im 2ten B. seiner Opp. auch Amst. 1685. 4.) bildet die Welt aus einem harten Klumpen Materie, den der Schöpfer durch seine Allmacht zerschlug und in Bewegung setzte. Durch das Abreiben der Theile an einander entstand eine sehr subtile Materie, eine Menge kugelförmiger Theilchen und eine Anzahl grober eckichter Stücke. Dies sind seine drey Elemente. Die subtile Materie bildete die Sonnen oder Fixsterne; die kugelförmigen Theilchen machten den Aether oder die Materie der Wirbel aus; die eckigten Stücken gaben den Stoff zu den Planeten und Kometen. Die Erde war Anfangs ein Stern mit einem eignen Wirbel, aber mit vieler groben Materie vermischt, welche endlich eine ganz dunkle Rinde darum bildete, aus der das innere Centralfeuer nur hie und da noch hervorbricht. So ward sie von dem Wirbel der Sonne ergriffen und fortgerissen. Die gröbsten Theile des dritten Elements in der Erdrinde stürzten zuerst nieder, und

bildeten die Erdschichten und das Wasser. Da aber die feinen Theile des dritten Elements, welche über dem Wasser lagen, nicht ganz von den gröbern befreyt werden konnten, so wuchs von ihnen ein Bette über dem Wasser zusammen, das endlich einstürzte, und Plänen, Anhöhen und Berge hervorbrachte. Auf eine eben so mechanische Art fährt dieser Weltweise fort, die Entstehung der Vulkane, Salze, brennbaren Materien, Metalle, Quellen u. s. f. zu erklären, so daß sich die Aufgabe: Datis materia et motu facere mundum durch bloße Speculation schwerlich sinnreicher auflösen läßt. Und wenn gleich dies ganze System ein bloßer Traum und nicht im Mindesten durch Erfahrungen unterstützt ist, so wird man doch das große und dreiste Genie, das aus demselben hervorleuchtet, nicht ohne Bewunderung bemerken.

Thomas Burnet (Telluris theoria sacra, orbis nostri originem et mutationes generales, quas aut jam subiit, aut olim subiturus est, complectens. Lond. 1681. 4.) zieht in diesem mit warmer Einbildungskraft geschriebenen Werke die mosaische Schöpfungsgeschichte blos auf unsern Erdball, welcher anfänglich ein flüßiges Chaos von allerley Materien gewesen seyn soll. Die schwerern Materien, sagt er, sanken und bildeten den Kern, um diesen sammelte sich das Wasser, und darüber die Luft, aus welcher die erdichten und ölichten Theile herabfielen, der Luft ihre Durchsichtigkeit (das Licht) wiedergaben, und die alte Erdrinde, ohne Berge und Meere, den glückseligen Aufenthalt der ersten Menschen, bildeten. Nach 1600 Jahren zerriß diese Rinde, von der Sonnenhitze vertrocknet, stürzte in das Wasser hinab, und nahm eine Menge Luft mit sich, die das Gewässer noch mehr erhob. Dies war die Sündfluth. Allmählig eröfnete sich das Wasser Wege in unterirdische Höhlen, verließ einen Theil der eingestürzten Erdrinde, und brachte so unsre festen Länder und Inseln, welche aus Trümmern jener Rinde bestehen, aufs Trockne. Man wird bald bemerken, daß dies System blos zu Erklärung der Sündfluth erfunden ist, und wenig Kenntniß der Erdfläche verräth, welche keine Spuren eines

solchen allgemeinen Einsturzes angiebt, und in deren Schichten auch keine Seethiere begraben werden konnten, zu einer Zeit, da sie keine Meere hatte. **Keil** (Examen theoriae telluris a Burneto editae. Oxon. 1698. 8.) hat dasselbe schon sehr gründlich widerlegt.

William Whiston (A new Theory of the earth. Cambridge, 1708. 8.) nimmt an, die Erde sey vor der Schöpfung oder Umbildung, welche von Mose erzählt wird, und deren Tage er für Jahre erklärt, ein Komet gewesen. Am ersten Tage änderte nach ihm der Schöpfer ihre Laufbahn; nun senkten sich die Theile des Schweifs gegen den Kern, und es ordneten sich, fast wie bey **Burnet**, Erde, Wasser und Luft über einander. Die schwersten Theile der Erde sanken am tiefsten; daher entstanden Vertiefungen, in denen sich das Wasser sammelte, und Ungleichheiten auf dem Trocknen. Nach und nach ward die Luft völlig hell, so daß im dritten Jahre durch den Einfluß der Sonnenwärme die Pflanzen hervorkamen, im vierten die Gestirne völlig erschienen, und im fünften und sechsten Thiere und Menschen hervorgebracht wurden. Nach 600 Jahren kam ein anderer Komet der Erde nahe, sein Schweif stürzte sich in Regengüssen herab, das von ihm angezogene unterirdische Wasser durchbrach die Rinde, oder erhob sie an mehreren Stellen, wodurch die großen Bergketten entstanden. Als der Komet sich wieder entfernte, verlief sich das Wasser theils in die entstandenen Höhlen, theils in eine Hauptvertiefung, welche nun das große Weltmeer bildete. Die kleinen Seen im Lande vertrockneten daher, und ließen die Ueberbleibsel ihrer Schalthiere auf dem Boden zurück. Man wird in dieser sonst sinnreichen Hypothese die vielen willkührlichen Voraussetzungen bald erkennen, obgleich sonst der Gedanke, unter den Schöpfungstagen Jahre oder Perioden von unbestimmter Dauer zu verstehen, allgemeinen Beyfall verdient, und die Erklärung der Sündfluth durch einen Kometen allenfalls auch Traditionen und Schriftstellen (z. B. Amos V. 8.) für sich hat (s. **Christ** Geschichte des Erdkörpers, S. 50. 51.).

John Woodward (Historia naturalis telluris. Lond

1695. 8. An Essay towards the natural history of the Earth. Lond. 1733. 8.), der zwar viele Beobachtungen gesammelt hatte, aber doch ein schlechter Physiker war, hielt die Erde für eine Wasserkugel mit einer festen Rinde. Die Sündfluth erklärt er durch ein Wunder. Gott hob auf einmal Schwere und Zusammenhang der Körper auf, wodurch sich alles auflösete; nur die Thiere blieben wegen der Verflechtung ihrer Fibern von dieser allgemeinen Auflösung ausgeschlossen (gerade, als ob bey aufgehobenem Zusammenhange noch Fibern statt finden könnten). Er ließ darauf die Schwere wieder entstehen. Nun sanken die Materien nach der Ordnung derselben nieder, bildeten Schichten, und führten die organisirten Körper mit sich in die Schichten von gleicher specifischen Schwere. Diese neue Rinde zerbrach wieder an einigen Stellen, und öfnete dem Wasser Wege, sich zu verlaufen, wodurch die Unebenheiten der Erdfläche entstanden. Es ist aber ganz ungegründet, daß die Materien der Schichten nach der Ordnung der specifischen Schwere liegen; auch hat de Lüc (Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, Th. I. XVII. u. f. Briefe) die häufigen Irrthümer und Fehlschlüsse dieses Systems sehr umständlich dargestellt.

Herr von Leibnitz (Protogaea s. de prima facie telluris et antiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae monumentis diss. in Act. Erud. Lips. a. 1693. und besonders durch Scheid, Goetting. 1749. 4.) läßt die Erde aus einem ausgebrannten und geschmolzenen Körper entstehen. Der Anfang seines Verlöschens ist die Scheidung des Lichts von der Finsterniß und die Epoche der Schöpfung. Die durch Hitze verglaseten Schlacken machten die Rinde aus, in welcher beym Erkalten Buckeln und Blasen, d. i. Berge und große Höhlen, entstanden. Als die Oberfläche kalt genug war, fielen die Dünste aus der Atmosphäre herab, bedeckten die Fläche mit Wasser, und lösten die Salze auf; daher das salzige Seewasser. Bey zunehmendem Abkühlen zerriß die Rinde, das Wasser verlief sich zum Theil in die Hölen, und brachte Länder aufs Trockne, welche den ersten Menschen zu Wohnplätzen dienten. Endlich stürzten die

höchsten, vormals vom Wasser bedeckten und also schon mit Conchylien angefüllten, Theile auf einmal nieder, fielen in die mit Wasser bedeckten Tiefen, und trieben dadurch das Wasser zum Zweytenmale über die ganze Erdfläche, bis sich endlich Zugänge zu neuen Höhlen öfneten, worein sich dasselbe wieder verlaufen konnte. Man kan diesem System vornehmlich entgegensetzen, daß man keine allgemeinen Spuren einer ehemaligen Schmelzung oder Verglasung in den Materien der Erdrinde (man s. *Wallerii* diss. de tellure olim per ignem non fluida. Vpsal. 1761. 4.) oder auch eines fortdaurenden Erkaltens antrifft; und daß die Conchylien erst zu einer Zeit, da das Land schon bewohnt war, niedergesunken seyn müssen, weil man sie oft mit Pflanzen und Theilen von Landthieren vermischt findet.

Johann Scheuchzer (Hist. de l'Acad. des Sc. de Paris. a. 1708.) wollte wegen der vielen horizontalen und parallelen Erdschichten von dem Begriff einer anfänglichen Flüßigkeit der Erdmasse nicht abgehen, konnte aber doch diesen Begriff mit dem Anblicke der ungeheuren Alpen nicht vereinigen. Er nahm also an, nach der anfänglichen Bildung der Erde durch Niedersinken im Wasser, und nach einer zweyten Ueberschwemmung, habe Gott durch seine Allmacht die steinigten und festen Schichten der Erde emporgehoben und verschoben, wodurch denn die Berge mit parallelen, aber nicht horizontalen, Schichten entstanden, die Gewässer aber wieder in die Vertiefungen zurückgetreten wären. Um einen neuen Einsturz zu verhüten, habe er dazu die am meisten steinigten Gegenden, z. B. die Schweiz, gewählt. Aber eine solche Ableitung aus einem Wunder ist keine Erklärung.

John Ray (Physico-theological discourses concerning the primitive chaos, the general deluge and the dissolution of the world. London, 1692. 1713. 8.) nimmt ebenfalls einen Niederschlag der festen Theile im anfänglichen Chaos an, wobey die Oberfläche mit Wasser bedeckt war. Er läßt aber bey der Schöpfung durch unterirdische Winde und entzündete Dünste **Erdbeben** entstehen, die Berge und das trockne Land erheben, und das Wasser sich in den

Vertiefungen sammeln. Durch die Ritzen der Erde brach das Feuer aus und bildete neue vulkanische Berge, auch Höhlen in der Tiefe. Die Sündfluth erfolgte durch eine allmählige Verrückung des Schwerpunkts der Erde, veranlassete große Veränderungen der Oberfläche, und brachte Länder aufs Trockne, die vordem Meergrund gewesen, und mit Seekörpern angefüllt waren. Dies System empfiehlt sich durch eine ziemlich ungezwungne Erklärung der Sündfluth, und durch einige neue Ideen; es ist auch nicht zu läugnen, daß die Vulkane und Erdbeben großen Antheil an der Bildung der Erdfläche gehabt haben; allein ihnen die Erhebung aller Berge zuzuschreiben, ist bey weitem mehr, als Wirkungen des unterirdischen Feuers jemals leisten können.

Auch **D. Hook** (Posthumous Works, Lond. 1705. fol.) erklärt die Veränderung der Erdfläche durch **Erdbeben**, welche ganze Theile des Meergrundes ohne Verletzung der Schichten, woraus sie bestanden, und der darauf befindlichen Berge emporgehoben hätten, durch gewaltsame Wasserströme, Sturmwinde und allmähliges Herunterfallen der schwerern Theile. Besonders, glaubt er, sey durch Erdbeben eine Verrückung des Schwerpunkts der Erde entstanden, wodurch sich die Bewegung der Erdkugel um ihre Axe sowohl der Richtung, als der Zeit nach, merklich geändert habe. **Raspe** (Specimen historiae naturalis globi terraquei praecipue de novis e mari natis insulis. Amst. 1763. 8maj.) hat dieses System verbessert vorgetragen.

Am vollständigsten ist die Hypothese der Bildung der Erde durch das **unterirdische Feuer** von **Anton Lazaro Moro** (De' crostacei e degli altri marini corpi, che si trovano su monti, Libri due, in Venezia, 1740. 4. Neue Untersuchung der Veränderungen des Erdbodens von A. L. Moro, aus d. Ital. Leipzig, 1751. 8.) ausgeführt worden. Er nimmt von der Entstehung einer neuen Insel im Archipelagus am Meerbusen der Insel Santorin im Jahre 1707, ingleichen des Montenuovo bey Neapel im Jahr 1538, Gelegenheit zu behaupten, der ganze trockne Erdboden sey durch

unterirdisches Feuer entstanden. Bey der Schöpfung befand sich im Mittel der Erde das Centralfeuer, darüber eine dicke Erdrinde, und zu oberst 175 Toisen hoch Wasser. Am dritten Tage ließ der Schöpfer das Feuer wirken, das die Rinde hob und so die ursprünglichen Berge bildete. Das Feuer durchbrach auch die Rinde hie und da, warf vulkanische Materien um sich, bildete Schichten davon im Meere und gab diesem den salzigen Geschmack, worauf es Seethiere und Pflanzen erhalten konnte. Inzwischen erhob das Feuer auch den Meergrund und bildete dadurch die Berge, welche Schichten, aber keine Seeprodukte, enthalten. Das Land ward durch die vulkanischen Ueberzüge fruchtbar und mit Menschen, Thieren und Pflanzen besetzt. Die immer fortdaurenden Wirkungen des Feuers hoben nun auch die mit Seekörpern versehenen Berge empor, und bildeten unsere Erdschichten in den Plänen. Die nachherigen Wirkungen der Vulkane haben noch bis auf unsere Zeiten manche locale Veränderungen hervorgebracht, die Wohnplätze der Thierarten rc. verändert, woraus sich erklärt, daß man so viel Elephantenknochen in den Nordländern aus der Erde gräbt, und an so vielen Orten versteinerte Ammonshörner findet, deren lebende Originale nicht mehr angetroffen werden. Sehr ähnlich mit Moro's Hypothese ist diejenige, welche Hr. **Keßler von Sprengseysen** (Untersuchung über die jetzige Oberfläche der Erde, besonders der Gebirge. Leipz. 1787. 8.) ganz neuerlich, nur mit mehr Rücksicht auf die mosaischen Erzählungen, vorgetragen hat. Man findet in der That in diesen Systemen mehr bekannte und wirklich vorhandene Ursachen angegeben, als in irgend einem der vorigen; allein es ist unmöglich, daß die elastische Kraft der unterirdischen Dämpfe solche Bergketten, wie die Cordelieren und Alpen sind, aus der Tiefe des Meeres erheben und mit gehöriger Festigkeit unterstützen könnte. Der Bau der Berge ist offenbar dagegen; denn sie machen kein über einem Abgrunde auf Wiederlagen ruhendes Gewölbe aus, sondern ihr Fuß ist vielmehr breiter, als ihr oberer Theil. Aus diesen mechanisch richtigen Gründen hat de Lüc (Briefe über die Geschichte d. Erde, XLVII. u. f. Briefe) alle die-

se Systeme, welche die Berge durch unterirdisches Feuer emporheben lassen, sehr ausführlich widerlegt.

Der Abt Pluche (Spectacle de la nature. à la Haye, 1738 8. To. III. P. 2.) läßt bey der Entstehung der Erde die Ebnen des Aequators und der Ekliptik zusammenfallen, daraus einen beständigen Frühling erfolgen, und das Meer zum Theil in unterirdischen Höhlen verborgen liegen. Plötzlich aber lenkt der Schöpfer die Erdaxe nach den nördlichen Gestirnen, die Sonnenhitze fällt ganz auf die eine Halbkugel, es entstehen gewaltsame Ausdehnungen der Luft, die Stürme dringen zwischen das unterirdische Wasser und die Wölbung der Höhlen ein. Auch fällt das Wasser der Atmosphäre in heftigen Regengüssen herab. Die Erde zerbricht davon, fällt stückweis in die Tiefen, und treibt das Wasser herauf. Hierdurch entsteht die Sündfluth. Endlich bringen Ausdünstung und Ablauf die Erde wieder aufs Trockne, wo man noch die Erdschichten, als Ueberbleibsel des ältesten Baues, aber auch die Spuren der Veränderungen antrifft, die das Wasser und der Einsturz darauf verursacht haben. In diesem System ist die angenommene Ursache unstreitig zu schwach, um so gewaltsame Wirkungen hervorzubringen.

Bourguet (Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux. à Amsterd. 1729. 12mo.) glaubte in der Gestalt und Lage der Gebirge eine allgemeine Aehnlichkeit mit Festungswerken zu finden, wo immer einwärtsgehende und hervorspringende Winkel mit parallelen Schenkeln einander gegenüber stehen. Auch stand er, wie viele andere Naturforscher, in den Gedanken, daß man in allen Bergen Schichten und Conchylien finde. Er erklärte also die Bildung der Berge aus Strömen des ehemaligen Meeres, so wie sich an den Biegungen der Flüsse ebenfalls Winkel mit parallelen Schenkeln an beyden Ufern gegenüber stehen. Allein dies ist mehr die Wirkung eines reißenden Stroms, der sich Wege durchbricht, als die eines weit ausgebreiteten und Niederschläge absetzenden Meeres, zu geschweigen, daß diese Anordnung nur bey einer sehr geringen Anzahl von Bergen statt findet, und daß diese Berge schon vorhanden seyn mußten, ehe sich die Fluth den Weg durch die-

selben öfnet. Diese Anordnung zeigt sich vielmehr bloß den Seiten der Thäler, welche die großen Bergketten n der Queere durchschneiden.

Johann Gottlob Krüger (Geschichte der Erde den ältesten Zeiten. Halle, 1746. 8) nimmt drey gr Veränderungen der Erde an. Zuerst war sie vom Wa bedeckt, in welchem die Schalthiere lebten: damals erh sie ihre sphäroidische Gestalt: dann brannte sie aus, Conchylien wurden gekocht, und in Schiefer und andere schmolzene Materien begraben. Endlich ward sie durch E beben erschüttert, welche den Bergen, Hügeln und Sa lagen ihre gegenwärtige Gestalt gaben.

De Maillet (*Telliamed*, ou Entretiens d'un Phi sophe Indien avec un Missionaire François sur la dimir tion de la mer. Nouv. edit. à la Haye, 1755. To. II. 1 erklärt die Bildung der Erdfläche aus einer sanftern u langsamer wirkenden Ursache, aus der beständigen Abn me oder dem Zurücktreten des Meeres. Ursprünglich zwar auch bey ihm die Erdkugel eine ausgebrannte Sonn welche nach dem sonderbaren System, das er sich über Revolutionen der Himmelskörper träumt, ehedem die St le der jetzigen Sonne eingenommen hat, dann aber auf ei mal in eine große Entfernung von derselben fortgeschleud und mit Wasser aus den andern Planeten überschwemm worden ist. Dieses Wasser dünstet nun jetzt immer me aus und nimmt ab, bis endlich die Erde, die indeß de Mittelpunkte wieder näher rückt, ganz vertrocknet seyn un wieder zur brennenden Sonne werden wird. Von dem eh maligen Brande haben die Mineralien und Metalle ihr Ursprung. Das Meer aber senket sich jetzt um 3 Fuß tausend Jahren. Die Berge sind von Bodensätzen des a ten weit höhern Meeres und ihre Ungleichheiten von de Meerströmen entstanden. Aus dem Wasser sind alle Pfla zen, ja auch alle Thiere und selbst der Mensch hervorgegan gen, welcher anfänglich ein Bewohner des Meeres wa Die Schöpfungstage macht er zu langen Zeiträumen, un legt dem Menschengeschlechte ein Alter von wenigsten 500000 Jahren bey. Es ist kaum zu begreifen, wie we

diesen Schriftsteller die Vorliebe zu einem System geführt hat, das sich doch nur auf einige locale Beobachtungen an den Küsten des mittelländischen Meeres gründet. Er trägt zur Bestätigung des Theils, der die Thiere und Menschen betrifft, die lächerlichsten Fabeln vor, und giebt Blößen, welche de Lüc (Briefe über die Gesch. der Erde, Th. I. XLI. u. f. Brief) fast umständlicher, als es nöthig war, darstellet. Uebrigens hat er wegen seiner guten Schreibart viele Leser gefunden, und den Satz: daß unser festes Land ehedem Meergrund gewesen sey, sehr schön und überzeugend dargethan.

Le Cat trug im Magazin François, Juillet, 1750. ein System vor, welches die Entstehung der Berge auf dem sonst ebnen Meergrunde der Wirkung des Mondes, oder der Ebbe und Fluth, zuschreibt. Diese, sagt er, häufte den Schlamm in ungeheure Massen auf; dadurch mußten an andern Stellen Vertiefungen entstehen, in welche sich das Wasser senkte, und einen Theil der erhobnen Erde auf dem Trocknen zurückließ. Diese Wirkungen dauern noch immer, wiewohl langsamer, fort, und endlich wird das Meer die ganze Erdkugel aushöhlen. Man sieht aber gar bald, daß die Wirkung der Ebbe und Fluth auf einer regelmäßigen sphäroidischen Fläche den Schlamm nicht in Berge aufhäufen, sondern höchstens nur gegen die Pole treiben und in Gestalt von Zonen anlegen kan.

Der Graf Büffon (Histoire naturelle generale et particuliere, To. I., Theorie de la terre, ingl. mit beträchtlichen Abänderungen Supplement, To. IX et X. Paris, 1778. 8.) benützt den Umstand, daß sich alle Planeten um die Sonne und um ihre Axen nach einerley Seite zu bewegen, und daß ihre Bahnen nur kleine Winkel, höchstens von $7\frac{1}{2}^{\circ}$ mit einander machen, zu der Vermuthung, daß ihre anfängliche Bewegung aus einer gemeinschaftlichen Ursache entstanden sey. Er stellt sich vor, ein Komet sey schief gegen die Sonne gefallen und habe von ihr den 650sten Theil ihrer Masse abgestoßen, auch den Stücken die Umdrehung um ihre Axe nach eben der Richtung mitgetheilt. Diese Stücken fiengen nun vermöge der Gravitation ihre Central-

bewegungen an, und platteten sich durch die Umdrehung ab Ein solches Stück war die Erde; anfänglich also in einem Zustande der Schmelzung und des Glühens, und nur allmählig erhärtend und erkaltend. Nach B. Berechnungen hat das Glühen 3000, und die Hitze, bey welcher man die Erdkugel noch nicht hätte berühren können, 34000 Jahr gedauert. Wenn ein Klumpen geschmolzenes Glas oder Metall erkaltet, so entstehen auf der Oberfläche Löcher, Wellen, Ungleichheiten, und darunter Höhlen und Blasen. So entstanden die ursprünglichen Bergketten und Höhlen der Erde; auch wurden in diesem Zeitraume die Metalle in den Gängen durch Sublimation bereitet. Das Meer aber befand sich ganz in der Atmosphäre, weil die Erde wenigsten 25000 Jahre lang so heiß war, daß sie alles Wasser in Dämpfe verwandelte. Erst nach dieser Zeit fiel das Wasser nach und nach herab, und bedeckte die Fläche auf 2000 Toisen hoch, so daß nur die Gipfel der höchsten Berge hervorragten. In diesem noch heißen Meere bildeten sich die Schalthiere in ungeheurer Anzahl, zum Theil andere Gattungen, als jetzt leben. Der Druck des Wassers grub große Vertiefungen aus, und eröfnete Wege zu den unterirdischen Höhlen. Dadurch kam nun mehr Land aufs Trockne, und es fieng die Bevölkerung mit lebenden Wesen an, welche bey der damaligen ersten Stärke der Natur und mehrern Wärme kolossalische Größen hatten. Die Polarländer erkalteten zuerst, daher nahm hier die Bevölkerung ihren Anfang, endlich verlief sich auch das Gewässer um den Aequator. Während dieser Zeit, die v. B. auf 2000 Jahre setzt, entstanden aus den Trümmern der Schalthiere unter dem Wasser alle kalkartige Materien, und die mit Schichten und Seeprodukten versehenen Berge der zweiten Ordnung. Durch die aus der innern Wärme der Erde herrührende Elektricität entsprangen die Vulkane, welche neue Inseln hervorbrachten, das Land mit Lava bedeckten, und den Boden fruchtbar machen halfen. Die Elephanten, Wallrosse u. dgl. lebten damals in den Nordländern, bis die zunehmende Erkaltung sie zwang, in die heiße Zone überzugehen; daher man in Nordamerika, Sibirien ꝛc. sow

gegrabnes Elfenbein findet. Endlich vollendeten partielle Ueberschwemmungen, langsame Wirkungen des Regens, und die immer fortgehende Bewegung des Meeres von Osten nach Westen das Werk, und gaben der Erdfläche die gegenwärtige Gestalt. Die Erkältung aber nimmt immer mehr zu, und nach 93000 Jahren wird die lebende Natur wegen der Kälte nicht mehr bestehen können. Dies sind die Hauptzüge eines Systems, das sein Urheber mit der ihm eignen hinreißenden Beredsamkeit vorgetragen hat, das man aber bey genauerer Prüfung für nichts weiter, als für einen schönen Traum, erklären kan. In den Beobachtungen findet sich keine Spur einer abnehmenden Wärme oder Erkaltung, und wenn es eine der Erde **eigne**, von der Sonne unabhängige, Wärme girbt (s. **Centralfeuer**), so kan doch allen physikalischen Grundsätzen gemäß, kein Erkalten des Ganzen in dem hier angenommenen Sinne statt finden, weil außer der Erde und ihrer Atmosphäre nichts da ist, was diesen Wärme entziehen kan. Die freye oder fühlbare Wärme geht zwar aus einem glühenden Eisen in die Luft über, weil die Luft kälter ist; aber dies ist nicht der Fall der Erdkugel, welche zwar ihrer Atmosphäee Wärme mittheilt, aber auch wieder Wärme von dieser annimmt, wenn sie kälter ist. Außer der Atmosphäre aber ist nichts weiter vorhanden, was der Erde Wärme entziehen könnte. So kan sich kein Beweis dieses Erkaltens in der Physik finden, und die Geschichte lehrt vielmehr, daß das Klima so vieler Länder durch die Cultur immer milder und wärmer werde. Dazu kömmt, daß die Planeten, wenn sie aus der Sonne abgerissen wären, ihre Perihelien weit näher bey der Sonne haben müßten, daß die ursprünglichen Materien zwar glasartig, aber keinesweges **verglaset** sind, daß die kalkartigen Stoffe sich selbst in den ursprünglichen Gebirgen, und oft ohne alle Spuren von Seethieren finden, daß die neusten Anhäufungen des Meeres, welche die meisten Conchylien enthalten, großentheils aus glasartigen Materien bestehen, daß die Bewegung des Meeres von Osten gegen Westen die beygelegten großen Wirkungen nicht hervorbringen kan, daß der Regen und die Bäche die Berge durch Abrundung und Bö-

schung mehr befestigen, als zerstören u. s. w. **De Lü** (Briefe üb. die Gesch. d. Erde, Th. II. CXLI. u. f. f. Briefe setzt dies alles umständlich aus einander, und schließt mi der Bemerkung, daß diese Büffonsche Naturgeschichte al allgemeine sehr mangelhaft, als partikuläre aber reic an Schönheiten und vortreflichen Beobachtungen sey.

Joh. Heinrich Gottlob von Justi (Geschichte de Erdkörpers, Berlin, 1771. gr. 8.) läßt ebenfalls die Erd aus der Sonne entspringen, und eignet ihr ein Centralfeue zu, welches nach einer Arbeit von mehr als 1000 Jahrhun derten die ursprünglichen Felsen emporgehoben haben sol Die übrigen Berge leitet er von abwechselnden Ueberschwem mungen her, nimmt auch eine Veränderung der Erdax an, um zu erklären, wie die Elephantenknochen in die no dischen Gegenden kommen. Herr **Wiedeburg** (Anwen dung der Natur- und Größenlehre zur Rechtfertigung de heil. Schrift. Nürnberg, 1782. gr. 8.) hat dieses System um ständlich widerlegt; er selbst (Neue Muthmaßungen übe die Sonnenflecken, Kometen und die erste Geschichte de Erde, v. **J. E. B. Wiedeburg**. Gotha, 1776. gr. 8. ist der Meynung, die Erde sey, wie alle Planeten, zuer ein Sonnenflecken, dann ein Komet gewesen, und end lich vom Schöpfer in ihre jetzige weniger eccentrische Lau bahn gebracht worden — eine Art von Generationssyster für die Weltkörper, dergleichen schon **Lambert** (Kosmo logische Briefe über die Einrichtung des Weltbaus, Augs 1761. 8. S. 9. u. f.) hinlänglich widerlegt hat.

Herr **de Lüc** (Lettres physiques et morales sur l'hi stoire de la terre et de l'homme, adressées à la Rein de la Grande-Bretagne, à la Haye 1779. Tomes V 8maj., mit einiger Abkürzung übersetzt unter dem Titel Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte de Erde und des Menschen, von **J. A. de Lüc**. Leipzig, 1781 II. Bänd. gr. 8.) hat nicht nur die meisten der bisher an gezeigten Hypothesen sehr scharf geprüft, sondern auch ei anderes, ungleich besseres System an ihre Stelle gesetz Er gesteht mit Bescheidenheit ein, daß es ihm nicht mög lich sey, die physikalische Ursache, welche die ursprüngli

chen Berge gebildet hat, anzugeben, und schränkt daher seine Erfahrungen auf die neuere Geschichte der Erde und auf dasjenige ein, was die Betrachtung unsers festen Landes fast augenscheinlich lehrt: **daß unser festes Land ehedem Meergrund gewesen sey, daß das Meer sein ehemaliges Bett durch eine plötzliche Revolution, und noch nicht seit sogar langer Zeit, verlassen habe.** An dem ersten dieser Sätze kan ohnehin kein Naturforscher zweifeln; der plötzliche Rückzug des Meeres wird daraus wahrscheinlich, weil die Hypothese einer allmähligen Abnahme viele Phänomene nicht erklärt, und besonders nicht zeigt, wie sich in den Erdschichten Seeprodukte finden können, deren lebende Originale nicht in den benachbarten, sondern nur in sehr entfernten Meeren, zum Theil auch gar nicht mehr, angetroffen werden; weil auch die Schicht der fruchtbaren Dammerde an den Stellen der festen Länder, welche bloß unter den Händen der Natur geblieben sind, überall gleich groß (nicht viel über einen Schuh hoch) gefunden wird, welches anzeigt, daß alles platte Land zugleich aufs Trockne gekommen, und diese Revolution so sehr alt nicht sey, als sie einige Schriftsteller der biblischen Zeitrechnung zuwider annehmen. Hierauf gründet sich nun folgende neuere Geschichte der Erde. Das alte Meer häufte Bodensätze von kalkartigen Materien, die nach und nach immer mehr mit Conchylien, auch mit Spuren von Pflanzen und Landthieren vermischt wurden, welche die Flüsse aus dem damaligen festen Lande herbeyführten. Das Wasser filtrirte sich durch den Boden, erzeugte unter dem Meere innere Gährungen, Entzündungen, Dämpfe und Ausbrüche von Vulkanen, welche Lavenschichten bildeten, die hin und wieder mit Bodensätzen des Meers abwechseln. Die davon unzertrennlichen Erdbeben machten Spalten in den Bergen, welche sich nachher mit Materien ausfüllten, die Produkte des Wassers und Feuers zugleich sind. Dies sind unsere Gänge. Auch warfen die Vulkane Trümmern des ursprünglichen Bodens aus, und bildeten davon Anhäufungen und Schichten. Durch den Einsturz des Bodens in die vom unterirdischen Feuer erweiterten Höhlen ward die Flä-

che des alten Meeres immer niedriger; die Vulkane traten mit ihren Oefnungen hervor, wirkten freyer, und warfen oft ungeheure Granitblöcke mitten in die Kalkgebirge. Endlich machte das Meer statt der kalkartigen nur noch kieselartige oder sandige Bodensätze, und führte Mergel und Thon über den Boden. Dies war sein letztes Werk. Auf einmal verließ es den so gebildeten Boden unserer festen Länder durch eine plötzliche Revolution, die de Lüc von dem Einsturze der alten Länder herleitet, welche nach ihm Wölbungen über großen Höhlen waren. Das Wasser hatte sich nach und nach Zugänge dazu eröfnet, Gährungen und Vulkane veranlasset; die Gewölber stürzten nieder, das feste Land verschwand, das Wasser breitete sich darüber aus, und die Meeresfläche ward dadurch so niedrig, daß unsere heutigen Länder aufs Trockne kamen, dagegen die Stelle der ehemaligen Länder anjetzt vom Weltmeere bedeckt wird. Es ist hier unmöglich, die zahlreichen Beobachtungen anzuführen, welche den einzelnen Theilen dieses Systems zur Grundlage dienen, und die der Verfasser theils von Andern entlehnt, theils auf seinen Reisen durch die Schweiz, Deutschland und Holland selbst gesammelt hat. Besonders ist der Satz, daß es schon bewohnte Länder gab, als unser jetziges Land noch Meergrund war, durch das ganze Werk hindurch, auf mannichfaltige Weise bestätiget, und daraus das Phänomen der gegrabnen Elephantenknochen in den Nordländern (CXLV. Brief.) sehr glücklich erklärt. Herr de Lüc setzt das Alter des jetzigen festen Landes nicht über 4000 Jahr, erklärt die Revolution, die es aufs Trockne brachte, und das alte Land zerstörte, für die Sündfluth, und zeigt (CXLVI. CXLVII. Brief.), daß sein ganzes kosmologisches System mit der mosaischen Erzählung und Zeitrechnung übereinstimme, wenn man die Schöpfungstage für Perioden von unbestimmter Dauer annimmt.

Mit diesem System stimmt Hollmann (Comment. de corporum marinorum aliorumque peregrinorum in terra continente origine, in Comm. Gotting. Tom. III. p. 285 sqq.) in den Hauptsätzen, daß unser Land Meergrund gewesen, und durch Einsturz des alten Landes in unterirdi-

sche Wölbungen aufs Trockne gekommen sey, völlig überein, obgleich seine Abhandlung bereits 1753 geschrieben ist.

Pallas (Observations sur la formation des montagnes, et les changemens arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. übersetzt in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, II. Band,) nimmt an, daß die hohen Granitketten jederzeit Inseln auf der Oberfläche der Gewässer ausgemacht haben, und daß in den Schichten, die sich daran anlegten, Kiese und Vulkane entstanden sind. Diese alten Vulkane zertrümmerten die Schichten, schmolzen und verkalkten ihre Materien, und bildeten dadurch die ersten Schiefer- und Kalkberge, ingleichen die nachher mit Erzen u. dgl. ausgefüllten Spalten und Gänge derselben, sie zerstörten auch die auf dem Meergrunde liegenden Haufen von Conchylien und Muschelbänken, und veranlasseten Bodensätze von verschiedner Art. Endlich trieb eine gewaltsame Revolution, welche er von den Ausbrüchen der häufigen Vulkane im indischen und stillen Meere herleitet, die Gewässer gegen die zusammenhängenden Bergketten von Europa und Asien zu, zerstörte die südwärts derselben gelegnen Länder, überstieg die niedrigsten Theile der Ketten, und führte die Trümmern der Pflanzen und Thiere mit sich in die nördlichen Gegenden, aus welchen das Wasser wieder in neueröfnete Schlünde abfloß. Dies wird aus der Gestalt der Meerbusen, Spitzen des festen Landes, aus der Lage der Gebirge und andern Umständen wahrscheinlich gemacht, und in der That leitet auch der erste Blick auf eine Weltkarte fast unwiderstehlich auf die Vermuthung einer solchen aus Süden gekommenen Fluth.

Nur mit wenigem will ich des Systems gedenken, welches Herr Gerhard (Versuch einer Geschichte des Mineralreichs. Berlin, 1781. 8.) ganz auf Gründe der Chymie gebaut hat, wobey er den Schöpfer bloß Kieselerde, Feuer und Wasser hervorbringen, und daraus durch die Bewegung im Chaos die Salze und übrigen Erden, nebst Thon, Oelen, Schwefel und Kiesen entspringen, dann aber durch Gährung und Niederschlag die Schichten sich ordnen und durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft wieder zertrüm-

mern läßt. Dies heißt wohl, unsern Planeten zu ein bloß chymischen Produkte und zugleich zur Werkstatt des selben machen, welches gewiß eben so fehlerhaft ist, als we man ihn mit **Descartes** bloß mechanisch aus Materie u Bewegung bilden will.

Eben so sonderbar ist die Meynung des Freyherrn v **Gleichen**, genannt **Rußworm** (Von Entstehung, B dung, Umbildung und Bestimmung des Erdkörpers. Nürn 1782. 8.), welcher durch seine Beobachtungen über die I fusionsthierchen bekannt ist. Er glaubt, die Erde sey A fangs eine bloße Wasserkugel gewesen, welche zuerst Fis hervorgebracht habe, aus deren Verfaulung Erde entst den sey, die sich gesetzt, und den festen Körper zu bild angefangen habe. Die Gährung habe darauf Hitze, A blähungen und Erhöhungen veranlasset, die Bewegung d Wassers habe den Schlamm zu Schalen geformt, wora der Kalk bereitet worden sey. Endlich sey die Erde ü das Wasser hervorgetreten, und dem Sonnenlichte aus setzt worden. Das Wasser nehme immerfort ab, die W me aber zu, und so werde endlich die ganze Erdkugel Feuer zerschmelzen.

Auch **Wallerius** (Physischchemische Betrachtung über den Ursprung der Welt, besonders der Erdwelt u ihre Veränderungen, aus dem Latein. Erfurt, 1782. leitet den Ursprung aller Körper aus dem **Wasser** her, a welchem die festen Körper durch Gerinnungen und Conc tionen entstanden seyn sollen. Er bemüht sich mit viel Scharfsinn und mit Anwendung seiner großen mineralo schen und chymischen Kenntnisse diese sonderbare Behauptu mit den mosaischen Tagwerken in eine buchstäbliche Ueb einstimmung zu bringen. Eine beständige Verminderu des Wassers und das Zunehmen des festen Landes hat a **Linne** (De telluris habitabilis incremento, in Amoen Academ. Vol. II.) angenommen.

Herr Consistorial- und Oberbaurath **Silberschl** (Geogenie, oder Erklärung der mosaischen Erderschaffu nach physik. und mathem. Grundsätzen, Berlin, 1 u. 2 1780. 3 Th. 1783. gr. 4.) macht ganz die mosaische Sch

pfungsgeschichte zur Grundlage seines Systems. Gott schuf nach ihm das Chaos für jeden Weltkörper da, wo dieser seine Stelle haben sollte. Am ersten Tage entzündeten sich die Sonnen, und die Umdrehungen um die Axen fiengen an. Am zweeten vollendete sich die Absonderung der Luft, das Wasser blieb auf der Fläche, und im Kerne grif die Versteinerung schnell um sich. Im Innersten brach eine ungemeine elastische Kraft, ein plötzlich wirkendes Feuer aus, bildete ungeheure Höhlungen im Innern und trieb die Erde hie mehr, dort weniger empor. Dadurch traten Land, Inseln und Berge hervor, und das Meer verlief sich zum Theil in die Höhlen. Die Felsen wurden theils durch die schlammichte Fläche, theils durch Steinschichten hindurchgeschoben, theils ward die weiche Masse zu Hügeln und Rücken erhoben, theils brach das Feuer durch Oefnungen, und warf Granit, Quarz und Sand weit umher. Durch eben diese elastische Kraft wurden auch lange Gänge und Canäle gebildet, ingleichen Höhlen, welche wie Stockwerke über einander liegen, und zum Theil mit dem großen Centralgewölbe Gemeinschaft haben. Aus diesem Höhlensystem und den darinn befindlichen Gewässern erklärt Herr S. die Art und Weise, wie die Sündfluth habe entstehen, und wieder abfließen können, sehr gekünstelt, mit Hülfe eines von Blech verfertigten Heronsbrunns. Die Conchylien in den Erdschichten sollen vorher in den Seen der unterirdischen Höhlen gelebt haben, und durch den Ausbruch der Gewässer bey der Sündfluth auf die Erdfläche geführt worden seyn. Die Elephanten- und Rhinocerosknochen schwammen, durch die Verwesung leichter gemacht, auf dem Wasser, wurden durch Wind, Wellen, und Ströme der ablaufenden Fluth herumgeführt und endlich in den von höhern Gegenden herabfließenden Schlamm und Sand begraben. Man sieht bald, daß die künstlichen Veranstaltungen dieses Systems bloß dadurch nothwendig werden, weil Herr S. den so wahrscheinlichen Satz, daß unser Land lange Zeit der Grund eines ruhenden Meeres gewesen sey, nicht annehmen, sondern die Bildung des Bodens aus der Sündfluth, als einer plötzlichen Revolution, herleiten will, welches sich frey-

lich nicht ohne Zwang mit den Phänomenen vereinigen läßt (Man s. Philosophischphysische Fragmente über die Geogenie, worin die vornehmsten Meynungen des Hrn. Silberschlags freymüthig geprüft werden. 1ster Theil. Breslau 1783. gr. 4.)

Bey einer solchen Menge von Hypothesen, die sich mehrentheils auf die Lieblingsideen oder Lieblingsstudien ihrer Urheber gründen, wird derjenige vielleicht am besten thun, der gar nicht ausführlich von den Naturforschern zu wissen verlangt, wie die Erde und die Welt geschaffen worden sey, der vielmehr bey demjenigen stehen bleibt, was uns die Beobachtungen mit der größten Wahrscheinlichkeit zeigen, daß die Erde allerdings ehedem anders als jetzt, ausgesehen habe (s. *A. F. v. Veltheim* Etwas über die Bildung des Basalts und die vormalige Beschaffenheit der Gebirge in Deutschland. Leipz. 1787. gr. 8.), daß unsere Länder ehedem Meergrund gewesen sind, welches außer **de Maillet, Hollmann, Büffon** und **de Lüc**, auch **Lehmann** (Versuch einer Geschichte von Flözgebirgen. Berlin, 1756. 8.) dargethan hat, daß eine einzige Ueberschwemmung, also auch die von Mose erwähnte Sündfluth, allein zu Erklärung der Phänomene nicht hinreicht, daß die Vulkane und Erdbeben an der Bildung der Erdfläche einen sehr großen Antheil haben (s. **Vulkane**), und daß überhaupt sehr viel mit einander verwickelte, theils gewaltsam, theils allmählig wirkende Ursachen zusammengekommen sind, um die Erdfläche zu dem, was sie jetzt ist, zu einem so bequemen Wohnplatze des Menschen, und der ganzen lebenden Natur zu bilden.

Johann Lulofs Einleitung zu der mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel; aus dem Holländ. von A. G. Kästner. Göttingen u. Leipz. 1755. gr. 4.

Fr. Mallet allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. von L. H. Röhl. Greifsw. 1774. 8.

J. Elert Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin, 1786. gr. 8.

Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. Vierte Aufl. mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787. 8. im dreyzehnten Abschnitte.

Torb. **Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. von L. H. Röhl. Zwote Auflage. Greifswalde, 1780. 2 Bände, gr. 8.

J. A. de Lüc physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen; aus d. Franz. Leipzig 1781. 2 Bände, gro. 8.

J. L. Christ Geschichte unsers Erdkörpers von den ersten Zeiten der Schöpfung des Chaos an ꝛc. Frf. und Leipz. 1785. 8.

Erdkugel, künstliche, Globus terrestris artificialis, *Globe terrestre.* Eine Kugel, auf deren Oberfläche eine ähnliche Vorstellung der Erdfläche, ihrer Länder, Meere, vornehmsten Orte u. s. w. ingleichen der Kreise und Punkte, welche man sich auf ihr gedenket, entworfen ist, und die in einem schicklichen Gestell um eine durch die Pole gehende Axe gedrehet werden kan — ein Modell der Erdkugel im Kleinen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich wegen dessen, was die Geschichte der künstlichen Erdkugeln, ihre Verfertigung, die Streifen, womit sie überzogen werden, die Einrichtung ihres Gestells ꝛc. betrift, auf den Artikel: **Himmelskugel, künstliche,** und will hier nur mit wenigem erwähnen, was der künstlichen Erdkugel besondes eigen ist.

Daß man alle Kreise und Punkte, die an der Himmelskugel angenommen werden, auch auf der Erdkugel vorstellen könne, ist bereits bey dem Worte: **Erdkugel** erwähnt, und durch Taf. VIII. Fig. 2. erläutert worden. In dieser Absicht gedenkt man sich Himmel und Erde als zwo concentrische Kugeln, wobey eigentlich die Erde unendlich klein, oder nur als ein Punkt gegen den Himmel, angenommen werden muß. Da es aber hiebey bloß auf Kreise und Bogen, oder auf Maaße von Winkeln am Mittelpunkte c ankömmt, mithin die Halbmesser dieser Kreise in jeder beliebigen Größe genommen werden können, so kan man in der Figur ohne allen Fehler der Erde eine merkliche Größe beylegen; und bey der Verfertigung der Globen selbst werden Himmels- und Erdkugel gewöhnlich beyde von einerley Größe gemacht.

So geht durch beyde Kugeln die gemeinschaftliche Axe

PS, und bezeichnet auf der Erdkugel die Punkte p und s, den **Nord-** und **Südpol**. Der auf diese Axe senkrechte größte Kreis aq, der von den Polen in jedem Punkte um 90° entfernt ist, wird der **Erdäquator**, so wie AQ der Aequator am Himmel ist. Und, wie am Himmel die mit dem Aequator parallel laufenden kleinern Kreise DE, FG, IK, LT, **Tagkreise** genannt werden, weil jeder Stern täglich einen solchen Kreis zu durchlaufen scheint, so heißen auf der Erdkugel die übereinstimmenden Kreise, wie de, fg, ik, lt, **Parallelen** oder **Parallelkreise**. Unter diesen Parallelen sind die, welche $23\frac{1}{2}°$ (oder um die Schiefe der Ekliptik) vom Aequator abstehen, am Himmel FG und IK, auf der Erde fg und ik, die **Wendekreise des Krebses und des Steinbocks**; die, welche in gleichem Abstande von $23\frac{1}{2}°$ um die Pole laufen, am Himmel DE und LT, auf der Erde de und lt, der **nördliche** und **südliche Polarkreis**. Der oberste Punkt der Erdkugel o stellt, weil man doch auf der Erdfläche überall oben zu stehen glaubt, den jedesmaligen Standort vor, dessen scheinbarer Horizont die Ebne hor, der **wahre Horizont** aber am Himmel HR, auf der Erdkugel mn ist. Dem Standorte o correspondirt am Himmel sein **Scheitelpunkt** oder **Zenith** Z. Und wie am Himmel der durch die Pole und das Zenith gehende größte Kreis PZHSRP der **Mittagskreis** oder **Meridian** heißt, so ist auf der Erdkugel der übereinstimmende Kreis pomsnp der **Mittagskreis** des Orts o, wiewohl man auf der Erde nur die Helfte dieses Kreises poms für den eigentlichen Meridian von o zu rechnen hat.

Die **Ekliptik** gehört bloß auf die Himmelskugel, auf die künstliche Erdkugel eigentlich gar nicht. Da sie ihren Stand am Himmel alle Augenblicke ändert, z. B. jetzt sich in der Lage IG, nach 12 Stunden aber in der Lage FK befindet, so kan man ihr auf der Erdkugel keine bestimmte und unveränderliche Lage anweisen. Da aber die künstliche Erdkugel zu Auflösung verschiedener Aufgaben bestimmt ist, so pflegt man auch die Ekliptik darauf zu verzeichnen, ohne welche sich einige dieser Aufgaben nicht würden auflösen lassen. Man pflegt sie alsdann so zu legen, daß der Herbst-

punkt auf den Durchschnitt des Aequators mit dem angenommenen ersten Meridiane fällt.

Weil andere Orte der Erdkugel auch andere Meridiane und andere Horizonte haben, so wird der Meridian durch einen messingnen Ring, innerhalb dessen sich die Kugel um ihre Axe drehen läßt, der Horizont aber durch die obere Fläche des Gestelles, in welches sich die Kugel bis auf die Helfte einsenkt, dargestellet. So wird bey verschiedener Stellung der Kugel der messingene Ring der Meridian, und die Fläche des Gestelles der Horizont eines jeden Orts, den man wie o oben aufstellt.

Der Aequator sowohl, als die Ekliptik, ingleichen der Meridian, und der innere Umkreis des Horizonts werden in ihre Grade abgetheilt, und gehörig bezeichnet. Ueberdies pflegt man noch auf der künstlichen Erdkugel die Parallelkreise von 10 zu 10 Graden, und achtzehn ganze oder 36 halbe Mittagskreise, die also ebenfalls um 10 Grad von einander abstehen, anzugeben. Der erste dieser Mittagskreise wird gemeiniglich 20° westwärts von Paris gelegt, so daß Paris selbst in den dritten auf der Kugel angegebnen Mittagskreis kömmt.

Die Absicht der künstlichen Erdkugeln ist, theils ein richtigeres sinnliches Bild von der Erde zu geben, als man auf ebnen Flächen entwerfen kan, theils und vornehmlich, mancherley astronomische und geographische Aufgaben auf eine mechanische Art ohne Rechnung aufzulösen. Da die Erdkugel alle Kreise der Himmelskugel hat, so lassen sich auf ihr auch sehr viele astronomische Aufgaben auflösen, die eigentlich auf jene Kugel gehören. Die geographischen Aufgaben betreffen entweder die Lage der Orte auf der Erde gegen einander, oder die Erscheinungen des Himmels für einen bestimmten Ort. Wie man bey Auflösungen derselben verfahre, lehren die meisten Handbücher der mathematischen Geographie, besonders **Lulofs** (Introductio ad cognitionem atque usum vtriusque globi. Lugd. Bat. 1748. 8.) und **Scheibel** (Vollständiger Unterricht vom Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau, 1779. 8.). Historische Nachrichten von den künstlichen Erdkugeln findet

man in **J. C. Pfennigs** Anleitung zur Kenntniß der mathematischen Erdbeschreibung, Berlin und Stettin, 1779. 8.

Da die Verfertigung der Kugeln und das Aufziehen der Segmente Schwierigkeiten macht, so hat Herr **von Segner** (s. Berliner astronomisches Jahrbuch für 1781. S. 44. u. f.) vorgeschlagen, einen **eckichten Körper** zu bilden, der aus einem Cylinder und zween abgekürzten Kegeln besteht, wo auf der krummen Seitenfläche des Cylinders die heiße Zone, auf den Seitenflächen der beyden Kegelstücke die beyden gemäßigten, und auf den kleinern Grundflächen die kalten Zonen verzeichnet werden. Der verstorbene Professor **Funk** in Leipzig hat im Jahre 1780 dergleichen Modelle der Erdkugel, als ein Christgeschenk für Kinder, herausgegeben, so wie er auch 1781 auf zwo **Kegelflächen**, auf der einen die nördliche, auf der andern die südliche Hälfte der Erdfläche abgebildet, und mit einer Anweisung zum Gebrauche begleitet hat. Dies sind freylich uneigentliche Vorstellungen, kommen aber doch der Kugel näher, als ein Planisphär, und sind um ungleich wohlfeilere Preise, als die künstlichen Erdkugeln, zu haben, mit denen sie doch, bey einem gehörigen Gebrauche, völlig einerley Dienste leisten.

Erdnähe, Perigaeum, *Perigée*. Der Punkt in der Bahn eines um die Erde laufenden Gestirns, in welchem dasselbe der Erde am nächsten ist.

Als man noch, nach dem ptolemäischen Weltsystem, alle Planeten um die Erde laufen ließ, schrieb man auch allen eine Erdnähe zu: der copernikanische Weltbau aber läßt bloß den Mond um die Erde gehen; es bleibt also jetzt bloß für den Mond eine Erdnähe übrig.

Die Erdnähe des Monds in seiner elliptischen Bahn um die Erde ADPE (Taf. I. Fig. 17.) fällt in P, wo sein Durchmesser von der Erde gesehen unter einem Winkel von 33° 32′ erscheint. Diesem Punkte gegen über liegt in A die Erdferne, und AP ist die Apsidenlinie, die ihre Lage jährlich um 41° von Abend gegen Morgen ändert. s. **Erdebne, Apsidenlinie.** In der Erdnähe ist der Mond

von uns um 55, 87 Erdhalbmesser oder 48021 geographische Meilen entfernt.

Was sonst Erdnähe der Sonne hieß, wird jetzt als Sonnennähe der Erde betrachtet, s. **Sonnennähe.**

Von den übrigen Planeten sind die **untern** der Erde am nächsten, wenn sie vor der Sonne oder in ihrer untern Conjunction mit derselben stehen, die **obern**, wenn sie der Sonne gegenüber oder in Opposition mit ihr sind, d. h. wenn sie die ganze Nacht hindurch gesehen werden. Alsdann erscheinen auch ihre Durchmesser am größten. Es ist aber nicht gewöhnlich, diesen Punkten ihrer Bahnen den Namen der Erdnähen zu geben.

Erdpole, Pole der Erde, Poli terrestres, *Poles de la terre.* Die beyden Punkte der Erdfläche p und s, Taf. VIII. Fig. 2, welche bey der täglichen Umwälzung der Erdkugel unbewegt bleiben — die beyden Endpunkte der Erdaxe ps. Sie correspondiren mit den Weltpolen P und S, d. i. sie liegen auf der Erde gegen jeden Ort so, wie die Weltpole am Himmel gegen des Orts Zenith zu liegen scheinen, und sind zugleich die Pole des Aequators und aller mit demselben parallel laufenden kleinern Kreise, daher sie auch vom Erdäquator überall um 90° abstehen.

Der, welcher unsern Gegenden am nächsten liegt, P heißt der **Nordpol** (Polus septemtrionalis, borealis, arcticus, *Pole septentrional*, *boréal*); der entgegengesetzte s der **Südpol** (Polus meridionalis, australis, antarcticus, *Pole méridional, austral*). Es ist zwar bekannt, wo diese Punkte auf der Erdfläche gesucht werden müssen, aber noch ist es keinem Menschen gelungen, einen von beyden wirklich zu erreichen; es scheint dies auch wegen des undurchdringlichen Eises, das sie umringt, unmöglich zu seyn. Der englische Seecapitain **Phipps**, jetzt Lord Mulgrave (Reise nach dem Nordpol, unternommen im Jahre 1773 von C. J. **Phipps**; aus dem Engl. vom Landvoigt **Engel**, Bern, 1777. gr. 4.) näherte sich dem Nordpole bis auf $9\frac{1}{2}°$; und Capitain **Cook** auf seiner zweyten Reise mit **Forster** (Forsters Reise um die Welt, auf Befehl und Kosten der

engl. Nation. Berlin, 1778. 2. B. gr. 4.) dem Südpole bis auf 19°; beyde aber hinderte das Eis, weiter vorzudringen.

In diese beyden Punkte laufen alle Mittagskreise der Erde zusammen. Durch ein beständiges Fortgehen nach Norden, oder Süden, würde man von jedem Orte der Erde aus in den einen oder den andern Pol gelangen. Die Erdpole haben die Pole des Himmels über ihrem Scheitel, und der Aequator fällt in ihren Horizont; daher sind die Tagkreise der Fixsterne dem Horizonte parallel, und es findet daselbst weder Aufgang noch Untergang statt, s. **Sphäre.** Auch ist die Sonne ein völliges Halbjahr hindurch über, und das andere Halbjahr unter dem Horizonte; daher Tag und Nacht daselbst 6 Monate lang sind, wiewohl die lange Dauer der Nacht durch die Wirkung der Stralenbrechung und Dämmerung gar sehr abgekürzt wird.

Erdrohr, s. **Fernrohr.**

Erdstriche, Erdgürtel, Zonen, Zonae, *Zones.* Diejenigen fünf Theile, in welche die Fläche der Erdkugel Taf. VIII. Fig. 2. durch die beyden Wendekreise fg und ik, und die beyden Polarkreise de und lt abgetheilt wird. Sie haben diese Namen daher erhalten, weil man in der Sphärik überhaupt einen zwischen zween parallelen Kreisen eingeschlossenen Theil der Kugelfläche eine Zone oder einen Gürtel nennet, obwohl die innerhalb der Polarkreise de und lt liegenden Theile nicht zwischen zween Kreise eingeschlossen, sondern nur von einem einzigen begrenzt sind. Es giebt einen heißen Erdstrich, zween gemäßigte und zween kalte.

Der **heiße Erdstrich** (Zona torrida, *Zone torride*) ist das Stück der Erdfläche fgik, zwischen den beyden Wendekreisen des Krebses und des Steinbocks, welches den Aequator aq in seiner Mitte hat. Da jeder Wendekreis vom Aequator um $23\frac{1}{2}°$ absteht, so beträgt die Breite dieser Zone durchgängig 47° oder 705 geographische Meilen, ihre ganze Fläche aber nimmt 3,701158 Quadratmeilen, oder etwa $\frac{398}{1000}$ der ganzen Erdfläche ein. In diesem Erdstriche liegen der südliche Theil von Asien, die mittlern Theile

von Afrika und Amerika, ein großer Theil von Neuholland und viele Inseln des Südmeers.

Da die Sonne stets zwischen den Wendekreisen des Himmels steht, also täglich nahe am Zenith der Orte dieser Zone vorübergeht, wo ihre Stralen fast senkrecht auf den Boden fallen und daher brennender, als an andern Stellen der Erdfläche wirken, so hat sie daher den Namen der **heißen** erhalten. Die Alten hielten sie für unbewohnt. **Plinius** (Hist. nat. II, 70.) sagt von ihr: Media vero terrarum, qua solis orbita, exusta flammis et cremata, cominus vapore torretur, und **Horaz** (Od. I. 22.) setzt sie

— — sub curru nimium propinqui
Solis, in terra domibus negata.

Allein die Erfahrung lehret, daß viele theils allgemeine, theils locale Ursachen, z. B. die fast durchaus gleiche Länge der Tage und Nächte, die Lage der hohen Gebirge und des Weltmeers, der oft anhaltende Regen, der beständige Ostwind ꝛc. die Hitze an den meisten Orten dieses Erdstrichs gar sehr mildern. Uebrigens haben die Bewohner der heissen Zone die Sonne jährlich zweymal über ihrem Scheitel, und zweymal steht sie von demselben am weitsten ab, wenn sie sich nemlich in den Wendekreisen befindet. In diesem Sinne kan man sagen, ein Ort der heißen Zone habe jährlich zween Sommer und zween Winter, obgleich diese Jahrszeiten dort nicht so, wie bey uns, sondern mehr durch Nässe und Trockenheit unterschieden sind, s. **Klima**.

Die **gemäßigten Erdstriche** (Zonae temperatae, *Zones temperées*) sind d e f g und i k l t, welche zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen liegen, jener der **nördliche**, dieser der **südliche**. Da die Wendekreise $23\frac{1}{2}^\circ$, die Polarkreise aber $66\frac{1}{2}^\circ$ vom Aequator abstehen, so beträgt die Breite einer jeden gemäßigten Zone durchgängig 43° oder 645 geographische Meilen; die Fläche einer jeden aber macht 2405462 Quadratmeilen oder $\frac{260}{1000}$ von der ganzen Oberfläche der Erde aus. Im nördlichen gemäßigten Erdstriche liegt der größte Theil des festen Landes, nemlich fast ganz Europa, der größte Theil von Asien, der nördliche Theil von Afrika, und Nordamerika. Im südlichen liegen

außer einem Theile von Neuholland, Neuseeland, mehr(e) Inseln des Südmeers, die Spitze von Afrika, und eini(ge) Länder von Südamerika.

Die Orte, welche in diesen Erdstrichen liegen, seh(en) die Sonne zwar täglich; niemals aber im Scheitelpunkt. Sie haben in jedem Jahre nur einmal Frühling, Sommer, Herbst und Winter, und zwar beyde auf eine entgegengesetzte Art, so daß es im nördlichen Frühling ode(r) Sommer ist, wenn der südliche Herbst oder Winter ha(t). Denn, wenn die Sonne im Krebs steht, rückt ihr Tagkreis am weitsten gegen die nördliche gemäßigte Zone herauf, und entfernt sich dagegen am meisten von der südlichen. Die Ungleichheit der Tage und Nächte nimmt in diesen Zonen desto mehr zu, je mehr die Orte von den Wendekreisen entfernt sind. Unter den Wendekreisen selbst sind die längsten Tage und Nächte 13½ Stunde; unter den Polarkreisen 24 Stunden. Diese regelmäßige Abwechselung der Jahrszeiten und des Tages mit der Nacht giebt den meisten Orten dieser Zonen eine gemäßigte Temperatur, woher denn auch ihre Benennung entstanden ist. Nach der Meynung der Alten waren diese Zonen die einzigen bewohnten; weil aber die heiße dazwischen liegt, so glaubten sie, man könne aus der nördlichen nicht in die südliche gelangen. (Duae tantum inter exustam et rigentes temperantur, eaeque ipsae inter se non peruiae propter incendium siderum. Plin. H. N. II. 70.)

Die **kalten Erdstriche** (Zonae frigidae, *Zones glaciales*) dpe und lst, sind diejenigen Stücke der Erdfläche, welche von den Polarkreisen eingeschlossen werden, und die Pole p und s in ihrer Mitte haben; dpe ist der **nördliche** lst der **südliche**. Da die Polarkreise überall 23½° von den Polen abstehen, so lassen sich diese Theile der Erdfläche als Flächen von Kugelabschnitten betrachten, deren Breite überall einen Bogen von 47° oder 695 geographischen Meilen, die Fläche eines jeden aber 384 924 Quadratmeilen oder $\frac{41}{1000}$ der Erdfläche ausmacht. Im nördlichen kalten Erdstriche liegen die nördlichsten Küsten von Sibirien und Lappland, nebst dem größten Theile von Grönland;

der südliche hingegen ist uns fast gänzlich unbekannt, mit beständigem Eise bedeckt, und seine Grenzen sind, so viel wir wissen, nur ein einzigesmal vom Capitain Cook auf seiner zweyten Seereise beschift werden.

Wenn die Sonne in einem der beyden Wendekreise steht, so fällt ihr ganzer Tagkreis über den Horizont der Orte in der nächsten, und unter den Horizont der Orte in der entgegengesetzten kalten Zone. Daher haben alle Orte der kalten Zone in jedem Jahre einen oder mehrere Tage, an welchen die Sonne gar nicht untergeht, an welchen sie gar nicht aufgeht. Oder ihr längster Tag und ihre längste Nacht dauren länger als 24 Stunden, nehmen zu, je weiter man gegen die Pole kömmt, und erhalten endlich unter den Polen selbst eine Dauer von 6 Monaten. Weil aber die Sonne, auch selbst zur Zeit dieser langen Tage, nur einen sehr niedrigen Stand am Himmel hat, mithin so stark, als bey uns, nicht wärmen kan, so gewinnt die Kälte augenscheinlich die Oberhand, und man findet beyde kalte Zonen, besonders die südliche, grösteutheils mit ungeheuren Eismassen bedeckt. Daher sind auch die Länder daselbst keiner sonderlichen Cultur fähig, und gröstentheils blos für die daselbst einheimischen Classen von Menschen bewohnbar.

Wenn man übrigens die Erdfläche in 1000 gleiche Theile theilt, so nehmen solcher Theile

der heiße Erdstrich	398
die beyden gemäßigten	520
die beyden kalten	82
Summa	1000

ein. Also machen die zur Cultur vorzüglich geschickten gemäßigten Zonen über die Hälfte, die heiße überdies noch fast $\frac{2}{5}$, und die kalte weniger als $\frac{1}{10}$ des Ganzen aus. Diese Größen hängen von dem Winkel $23\frac{1}{2}°$ oder von der Schiefe der Ekliptik ab, und da diese Schiefe sich mit dem Fortgange der Zeit zu vermindern scheint, so müssen die gemäßigten Erd-

striche sich immer mehr ausbreiten, der heiße und die ka
aber sich von Zeit zu Zeit in engere Grenzen zusammenzie
Bode, Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdk
§. 162 — 166.
Ausführliche mathemat. Geographie (von Walch). Göttin
1783. 8. Cap. 10. S. 212. u. f.

Erfahrung, Experientia, *Experience.* Erfah
gen heißen die vermittelst unserer Sinne an den Körp
gemachten Wahrnehmungen. Sie sind entweder **Be
achtungen**, wobey die Körper nur blos in dem Zusta
betrachtet werden, in welchem sie sich von selbst und o
unser Zuthun befinden, oder **Versuche**, wobey sie mit V
satz in einen andern Zustand versetzt werden, damit man
he, wie sie sich dabey verhalten werden.

Auf unsern Erfahrungen über die Körper beruht
türlich alles, was wir von ihnen wissen, und sie machen
so den wahren und einzigen Grund der ganzen Naturle
aus. Ohne vorhergegangene richtige und hinlängliche
fahrungen Theorien entwerfen und die Eigenschaften
Kräfte der Körper bestimmen wollen, heißt, sich eine N
träumen, nicht wie sie ist, sondern wie es unserer Phan
sie gefällt, sie anzunehmen. Dies war der Fehler der m
sten Philosophen und Naturforscher des Alterthums, w
che so oft der Natur vorschrieben, wie sie sich verhalten mü
ohne sie vorher gefragt zu haben, wie sie sich in der T
verhalte.

Ohne Zweifel war es für das Zeitalter der griechisc
und römischen Naturforscher noch viel zu frühzeitig, U
chen und Erklärungen der Naturbegebenheiten angeben
wollen. Noch fehlten damals die Versuche gänzlich;
Beobachtungen aber waren zu wenig vorhanden, und
großer Theil derer, die man zu haben glaubte, war du
unrichtige und fabelhafte Zusätze verunstaltet. Denn
überredete man sich aus einem dem Menschen natürlic
Triebe, etwas zu wissen, und in die Ursachen der Di
eindringen zu können. Daher enthalten aber auch die p
sikalischen Systeme und Meinungen der Alten so viele w
kührliche, oft seltsame und unerklärbare Einfälle, die ni

selten den klaren Erfahrungen widersprechen; und haben ja die Weltweisen der damaligen Zeit etwas geleistet, so ist dieses in solchen Fächern der Naturwissenschaften geschehen, in welchen blos anhaltende Aufmerksamkeit und Fortsetzung leicht anzustellender Beobachtungen nöthig ist, wie z. B. in der sphärischen Sternkunde, in welcher es schon einige der ältesten Völker zu einem ziemlichen Grade der Vollkommenheit gebracht haben. In den übrigen Theilen der Naturlehre blieben die Alten ungemein weit zurück; man darf, um sich hievon zu überzeugen, nur flüchtige Blicke auf die Werke des **Plato, Aristoteles, Seneka** und **Plinius** werfen. Und selbst in den neuern Zeiten, als die Wissenschaften wieder aufzublühen anfiengen, blieben die sogenannten Naturforscher lange Zeit bloße Scholastiker und unwissende Nachbeter des Aristoteles.

Franz Bacon von Verulam, Lord Kanzler von England unter der Regierung Jacob I, einer der grösten Männer seiner Zeit, sahe den mangelhaften Zustand der Naturwissenschaften und die Ursachen davon sehr richtig ein, und schrieb seine vortrefflichen Werke De interpretatione naturae und De augmentis scientiarum gröstentheils in der Absicht, um den Weg der Erfahrung für die Zukunft nachdrücklicher zu empfehlen. Bald nach ihm trat der für die Naturlehre so günstige Zeitpunkt ein, da man mit Verwerfung der scholastisch-aristotelischen Physik, aus der Natur selbst Unterricht zu schöpfen anfieng. **Descartes** erwarb sich zwar das große Verdienst, die Hypothesen und eingebildeten Erklärungen der Scholastiker zu stürzen; allein das System, das er durch seine Principia philosophiae an die Stelle derselben setzen wollte, ist in den meisten Theilen eben so wenig auf Erfahrung gebaut, und bleibt ein Gewebe von Träumen und Einbildungen, so viel er auch Geometrie und Mechanik in dasselbe zu bringen gesucht hat. Hingegen sind in Italien **Galilei** und dessen Schüler, in England **Robert Boyle**, in Deutschland **Kepler, Otto von Guericke** und **Sturm** die ersten gewesen, welche den von Bacon vorgezeichneten Weg der Beobachtungen und Versuche mit Eifer und Glück verfolgt haben. Diese Männer

bereicherten im vorigen Jahrhunderte die Physik durch
wichtigsten Entdeckungen, auf welche nachher Newto
der nie einen Schritt weit von der Erfahrung abwich, s
vortreffliches System so fest gegründet hat. Die meist
und besten Physiker des gegenwärtigen Jahrhunderts hab
sich nach diesen Mustern gebildet, und wenn man auch
und da die reine Quelle der Erfahrung verlassen, und d
Einbildungen, Hypothesen und Theorien zu viel eingeräum
hat, so sieht man doch jetzt mit allgemeiner Ueberzeugu
ein, daß wir nur da etwas wissen, wo uns die Erfahru
leitet. Was diese Lehrerin bekräftiget, stehet ewig fe
wenn bloße Meinungen der Menschen, so viel sie auch A
fangs Beyfall finden mögen, oft noch vor dem Tode ih
Urheber vergessen sind.

Opinionum commenta delet dies, naturae judic
confirmat.

Uebrigens verweise ich wegen dessen, was den beyden b
sondern Classen der Erfahrung eigen ist, auf die Artik
Beobachtung und **Versuch**.

Erhabne Linsengläser, s. **Convexgläser**, **Li**
sengläser

Erhabne Spiegel, s. **Spiegel**.

Erkaltung, das **Erkalten**, **Abkühlen**, Refrig
ratio, Refrigerium, *Refroidissement*. Diejenige Verä
derung des Zustands der Körper, da sie einen Theil ihr
freyen oder empfindbaren Wärme verlieren. Ein Körp
erkaltet, wenn entweder ein Theil seines vorher freyen Fe
ers gebunden wird, oder wenn er andere berührt, die wen
ger empfindbare Wärme, als er, haben und ihm also eine
Theil der seinigen entziehen. So erkaltet ein heißes Meta
an der kühlern Luft, oder im kalten Wasser u. s. w. Die
letztere ist eine nothwendige Folge des Naturgesetzes, da
alles freye Feuer oder alle empfindbare Wärme sich so lang
ausbreitet, und in die benachbarten Körper vertheilet, bi
das Thermometer bey allen gleich hoch steht, d. i. bis s
alle einen gleichen Grad von sensibler Wärme haben,
Wärme.

Kleine Körper erkalten unter gleichen Umständen eher, als große, und je größer die Oberfläche eines Körpers ist, um desto eher erkaltet er auch, wenn er von einem kältern umgeben wird. Man richtet deswegen alle Kühlgefäße so ein, daß die darein gegoßne flüßige Materie die Luft mit einer großen Oberfläche berühret. So wird auch das Erkalten durch Schütteln in der Luft oder im Wasser, durch den Wind, durch Blasen auf die Oberfläche u. dergl. befördert, weil durch diese Mittel alle Augenblicke von neuem kalte Luft hinzugeführet wird. Endlich erkaltet ein Körper desto stärker, je kälter derjenige ist, den er berührt; oder im Winter weit schneller, als im Sommer.

Man sollte vermuthen, daß lockere Körper eher als dichte, erkalten, oder daß überhaupt die Erkaltung eines Körpers desto schneller erfolge, je dichter der benachbarte ist, der ihm die Wärme entzieht. Allein die Erfahrung stimmt hiemit nicht durchgängig überein. **Richmann** (Nov. Comment. Petrop. To. III. p. 309.) hat erwiesen, daß das Quecksilber, fast der dichteste Körper, den wir kennen, die Wärme weit schneller annehme und verliere, als das Wasser und viele andere Materien von weit geringerer Dichte. Daher ist es auch zum Thermometer so vorzüglich geschickt.

In den ersten Augenblicken erkaltet ein Körper am stärksten, in den folgenden immer weniger. **Richmann** (Nov. Comm. Petrop. T. I. p. 174.) glaubte gefunden zu haben, daß sich die Abnahmen der Wärme in kleinen auf einander folgenden gleichen Zeiträumen verhielten, wie die Unterschiede der Wärme des erkaltenden und des berührenden Körpers, woraus er auch so, wie **Lambert** in seiner Pyrometrie, eine Methode, die Abnahmen der Wärme zu berechnen, herleitet; allein **Erxleben** (Nov. Comm. Soc. Gotting. T. I. p. 74.) findet, daß alle diese Regeln seinen darüber angestellten Erfahrungen widersprechen.

Da man durch Vermischung des Eises mit Salzen und Säuren große Grade der Kälte hervorbringen kan (s. **Kälte, künstliche**), so kan man sich dieses Mittels auch zu Beförderung der Erkaltung bedienen. Auch die Ausdünstung erzeugt Kälte (s. **Ausdünstung**) und es ist längst

bekannt gewesen, daß die Einwohner der warmen Länder ih re Getränke, um sie frisch zu erhalten, in irdenen Gefäße aufbewahren, Leinwand darum schlagen und diese von Zei zu Zeit anfeuchten. Die Austrocknung der Leinwand, d. i die Verdünstung des Wassers, kühlt das im Gefäß enthal ne Getränk ab.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 488. 489.

Erscheinungen, s. Phänomene.

Erze, Minern, Minerae metallorum, *Mines m talliques*. So heißen die natürlichen Gemische, welche M talle mit andern Substanzen verbunden, enthalten. Nu das Gold und eine sehr geringe Menge von den andern M tallen findet man in der Erde rein oder **gediegen**; meiste theils sind Metalle und Halbmetalle mit fremden Substa zen verbunden, die sie unkenntlich und zum Gebrauche u geschickt machen, und nach deren Verflüchtigung ein meta lischer Kalk übrig bleibt. In diesem Zustande heißen **vererzet** oder **mineralisirt**.

Die Substanzen, welche man am häufigsten mit d Metallen verbunden findet, die **mineralisirenden** od **vererzenden Substanzen, Vererzungsmittel**, si der **Schwefel** und der **Arsenik**, oft einzeln, oft beyde z gleich. Doch gehören noch hiezu die Kochsalzsäure und V triolsäure, als Vererzungsmittel beym Hornsilber und g wachsenen Vitriol. Man findet dabey insgemein noch e nen ziemlichen Theil metallische Erde, welche durch ein Zusatz von brennbarem Stoffe sich in Metall zu verwande fähig ist, nebst einem Antheile unmetallischer Erde.

Diese Erze finden sich immer in Steine oder Erde vornehmlich in **Quarz** oder **Spath**, eingemengt. M nennt dieses Gestein die **Gangart** oder die **Metallmutt** (matrix metalli, *matrice*).

Wenn die Menge des Metalls in den Erzen größer i als die des Schwefels, Arseniks und der unmetallischen E de, so heißen sie **Erze** im vorzüglichen Sinne des Wort Enthalten sie aber mehr Schwefel, Arsenik und unmet

lische Erde, als Metall, so giebt man ihnen den Namen der Kiese.

Man benennet die Erze gemeiniglich von demjenigen Metalle, dessen Gewinnung aus ihnen den grösten Vortheil gewähret. So nennt man dasjenige, welches im Centner eine Mark Silber enthält, **Silbererz**, nicht Bleyerz, ob es wohl zugleich mehrere Pfunde Bley liefert. Doch wird es anjetzt fast gewöhnlicher, einem solchen Erze den Namen eines **silberhaltigen Bleyerzes** zu geben.

Macquer chym. Wörterb. Art. Erze.

Essig, Acetum, *Vinaigre*. Der Essig ist eine geistige vegetabilische Säure, welche durch den zweyten Grad der Gährung, d. i. durch die, so auf die geistige Gährung folgt, und die **saure** oder **Essiggährung** heißt, erzeugt wird, s. **Gährung**.

Diesemnach können blos Wein oder andere geistige Liqueren aus dem Pflanzenreiche einen wahren Essig geben. Der aus dem Weine bereitete oder Weinessig hat vor allen den Vorzug. Man vermischt, um ihn zu bereiten, den Wein mit seinen Hefen und seinem Weinsteine, und setzt ihn einer mäßigen Wärme, z. B. von 18 — 20° nach Reaumur, aus. Die Natur selbst vollendet das übrige. Es ist sehr schwer, sich von dem, was sie hiebey thut, einen deutlichen Begriff zu machen, und die Eigenschaften des Weins und Essigs lehren nur so viel, daß bey der Essiggährung die entzündlich geistigen Theile verlohren gehen, und die Säure freyer und mehr entwickelt werde. In dem Essige, wie er gewöhnlich bereitet wird, ist außer der ihm eignen Säure noch viel wässerichtes enthalten, wovon man ihn am leichtesten durchs Gefrieren befreyen kan. Noch stärker aber concentrirt sich die Säure in ihren Verbindungen mit den Laugensalzen, Erden und Metallen, und man erhält die stärkste Essigsäure oder den **radicalen Essig**, wenn man diese Verbindungen durch das Feuer oder durch Vitriolsäure wiederum zersetzet. Bey der Destillation des Essigs geht der geistigsaure Theil über, den man unter dem Namen des **destillirten Essigs** gebraucht, der Rückstand bestehet aus

einer sauren Substanz, die aber von der Essigsäure unterschieden ist, einer seifenartigen, einer färbenden Materie und etwas Weinstein.

Die specifische Schwere des Weinessigs ist 1,011, oder nur wenig größer, als die des Wassers; er gefriert aber eher als dieses, und schon bey einer Temperatur von 80 Grad nach Fahrenheit.

Man gebraucht den Essig zu Bereitung der Speisen, in der Arzneykunst als ein fäulnißwidriges und auflösendes Mittel, und für die Malerey zur Verfertigung des Bleyweißes und Grünspans.

Macquer chym. Wörterb. Art. Essig.

Essiggährung, s. **Gährung.**

Essigsäure, Acidum aceti. *Acide du vinaigre.* Die vegetabilische im Essig enthaltene Säure. Man zieht sie aus demselben durch verschiedene unter dem Worte: **Essig**, angegebene Mittel. Sie löset alle Substanzen auf, in welche jede andere Säure wirkt, und erzeugt mit ihnen die sogenannten **Essigsalze**.

Mit den Kalkerden giebt sie z. B. das Kreidensalz, Krebsaugensalz u. s. w., löset auch alle übrige Erden auf, die Kieselerde ausgenommen. Mit dem fixen vegetabilischen Laugensalze macht sie die **Blättererde** (terra foliata tartari), mit dem flüchtigen Alkali einen Essigsalmiak, **Mindererʼs Geist**, mit dem Kupfer den **Grünspan** und die **Kupferkrystallen**, mit dem Bley das **Bleyweiß** und den **Bleyzucker**. Essig, welcher Bley aufgelöset enthält, heißt **Bleyessig**; wohin auch das **Goulardische Wasser** gehört. Auf das metallische Quecksilber wirkt die Essigsäure nicht; sie greift es aber an, wenn es vorher in Salpetersäure aufgelöset und durch fixes Alkali niedergeschlagen ist, und giebt damit das **Quecksilber-essigsalz**.

Der concentrirte oder radicale Essig mit einer gleichen Menge rectificirtem Weingeist giebt durch die Destillation den **Essigäther**.

Uebrigens ist die Essigsäure weit schwächer, als die mineralischen Säuren, auch können durch die letztern alle Es-

sigsalze wiederum zersetzt werden. Am stärksten sind ihre Verwandschaften mit den Laugensalzen, der Bittersalzerde, dem Bley und Kupfer, und dem Wasser.

Macquer chym. Wörterb. Art. Essig

Essigsaure Luft, s. Gas, essigsaures.

Eudiometer, **Luftgütemesser**, Eudiometrum, *Eudiometre*. Ein Werkzeug, welches dazu dienen soll, die Güte oder Salubrität der Luft zu prüfen, d. i. anzuzeigen, in wie weit sie mehr oder weniger zum Einathmen dienlich, mithin für die Erhaltung der Gesundheit mehr oder weniger heilsam sey. Der Name ist griechisch, und heißt ursprünglich so viel als Maaß der Luftgüte.

Die Einrichtung dieses Werkzeugs beruht auf einer merkwürdigen Eigenschaft der **salpeterartigen, nitrösen** oder **Salpeterluft** (*nitrous air*) s. Gas, salpeterartiges. Schon **Hales** hatte, wie er in seinen Vegetable Statics (Statik der Gewächse, nach der franz. Ausgabe übers. Halle, 1748. 4. S. 128.) erzählt, aus dem waltonischen Kiese durch die Salpetersäure eine Luft erhalten, welche die gemeine Luft, wenn sie ihr beygemischt wurde, verminderte, oder sich mit ihr in ein geringeres Volumen zusammenzog. **Priestley**, der in Ermanglung des waltonschen Kieses dieses Gas nicht glaubte hervorbringen zu können, ward durch eine Unterredung mit **Cavendish** im Jahre 1772 ermuntert, Versuche mit Metallauflösungen in der Salpetersäure anzustellen. Er erhielt auch sogleich aus einer Messingauflösung die von Hales beschriebene Luft, welcher er (Vers. und Beobacht. über verschiedene Gatt. der Luft, a. d. Engl. I. Th. Leipz. 1778. 8. S. 106.) den Namen der **nitrösen** oder salpeterartigen Luft beylegte. „Es ist eine ihrer vorzüglichsten Eigenschaften, sagt er, daß sie eine jede Portion gemeine Luft, mit der man sie mischet, ausnehmend vermindert, eine dunkelrothe oder hochorange Farbe annimmt, und eine beträchtliche Hitze mittheilet. — Ich kenne fast keinen Versuch, von dem man mehr in Erstaunen und Verwunderung könnte gesetzt werden, als diesen, wo sich uns eine Portion Luft darstellt, die eine andere

„halb so große gleichsam verschlingt, und dennoch nicht im „mindesten am Volumen zunimmt, vielmehr noch dazu be„trächtlich vermindert wird.“

Diese Verminderung des Volumens findet aber nur bey den zum Athmen tauglichen oder respirablen Luftgattungen statt, welche überhaupt durch alle Zusätze eines brennbaren Stoffs an ihrem Volumen vermindert werden. Bey der dephlogistisirten oder vom Brennstoffe leeren Luft ist diese Verminderung am stärksten; und sie wird desto geringer, je mehr der Luft, zu welcher man das nitröse Gas hinzubringt, bereits Brennbares beygemischt, d. i. je weniger dieselbe zum Athmen und zur Erhaltung des thierischen Lebens tauglich ist. Wenn endlich eine Luftgattung mit Brennbarem gesättiget ist, so wird ihr Volumen durch das Hinzukommen der salpeterartigen Luft gar nicht mehr vermindert.

Man hat dem zufolge nachstehende Sätze als richtig angenommen:

1. Je größer die Verminderung des Volumens bey der Vermischung der salpeterartigen und atmosphärischen Luft ist, desto reiner, respirabler und heilsamer ist auch die atmosphärische Luft.

2. Je kleiner die Verminderung des Volumens bey einer solchen Vermischung ist, desto unreiner, zum Athmen untauglicher und schädlicher ist die atmosphärische Luft.

3. Jede natürliche oder künstliche Luft, bey deren Vermischung mit salpeterartiger Luft gar keine Verminderung erfolgt, ist schädlich, erstickend und tödtend.

In wie fern man berechtiget sey, diese Sätze als allgemeine und erwiesene Wahrheiten anzusehen, das ist bey dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft allerdings noch ungewiß. Wenn man sich, der gemeinen Meinung nach, die salpeterartige Luft als einen aus Salpetersäure und Phlogiston bestehenden Stoff vorstellet, und annimmt, das Phlogiston habe mit der gemeinen Luft mehr Verwandschaft, als mit der Salpetersäure, so folgt hieraus, daß die salpeterartige Luft durch Vermischung mit atmosphärischer desto stärker zersetzt werden müsse, je weniger Phlogi-

ston die atmosphärische enthält. Nach dieser Vorstellungsart würde dann die Verminderung blos anzeigen, ob die geprüfte atmosphärische Luft wenig oder viel Phlogiston enthielte. Hieraus wäre aber noch nicht unmittelbar zu entscheiden, ob sie zum Einathmen mehr oder weniger heilsam sey; denn es können ja wohl auch außer dem Phlogiston noch andere Stoffe mit der Luft verbunden seyn, die ihre Heilsamkeit vermehren oder vermindern, und deren Gegenwart sich durch die Vermischung mit der salpeterartigen Luft nicht entdecken läst. Aus diesem Grunde ist es weit sicherer, die erwähnten Sätze blos darauf einzuschränken, daß die stärkere Verminderung weniger, die schwächere mehr Phlogiston, der gänzliche Mangel der Verminderung aber eine Sättigung mit Phlogiston anzeige.

Das **Eudiometer** ist aber nichts weiter, als ein Werkzeug, wodurch man die erwähnte Verminderung des Volumens bey Vermischung von salpeterartiger und gemeiner Luft, oder überhaupt bey Vermischung verschiedener Luftgattungen abmessen kan. Man sieht also leicht, daß ihm der Name eines Luftgütemaaßes nur sehr uneigentlich zukömmt, in so fern man nemlich aus dieser Verminderung sicher auf die Reinigkeit vom Phlogiston, und aus dieser wiederum sicher auf Salubrität der Luft schließen kan. Etwa so, wie dem Barometer der Name des Wetterglases zukömmt. Ueberdies ist auch dieses Werkzeug, blos als Maaß der Verminderung betrachtet, noch sehr von dem Grade der Vollkommenheit entfernt, den man von einem **Maaße** verlangen kan. Man ist auch hier, wie beym Barometer, von der ursprünglichen Simplicität abgewichen, und hat durch übertriebnes Künsteln mehr verlohren als gewonnen, bis man erst neuerlich wieder auf die erste einfache Einrichtung zurückgegangen ist.

Priestley selbst machte bereits im Jahre 1772 ein sehr einfaches Instrument dieser Art bekannt. Es bestehet aus einer Flasche oder Phiole, welche er das **Maaß** nennet, und die etwa eine Unze Wasser fasset, nebst zwoen Glasröhren. Die eine Röhre hat ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die andere ist drey Fuß lang, und hält $\frac{1}{4}$ Zoll im

Durchschnitt. Die Räume, welche 1, 2, 3 rc. Maaße L
in ihr einnehmen, sind durch eingeschnittene Striche
merkt, und jeder davon in 100 Theile getheilt. Er fi
zuerst das Maaß mit Wasser, und setzt es umgekehrt ü
die Oefnung des Trichters, welcher in das Querbret ei
mit Wasser gefüllten Wanne eingeschnitten ist (Man s. t
Artikel: **Pneumatisch-chymischer Apparat**). Du
diesen Trichter wird die zu prüfende Luft in das Maaß ein
lassen, in welchem sie aufsteigt, und das Wasser aus seiner St
le treibt. Dieses Maaß Luft wird nun in der 1½ Zoll brei
Glasröhre gelassen; doch ohne dieselbe mit der bloßen Ha
zu berühren. Eben so wird das Maaß auch mit salpet
artiger Luft gefüllt, und diese in eben die Glasröhre
lassen. Endlich wird diese Mischung beyder Luftarten in
große abgetheilte Glasröhre gelassen, und diese, ohne
schütteln, in das Wasser gesenkt, bis die Wasserfläche i
nerhalb der Röhre mit der Fläche des äußern Wassers gle
hoch steht, worauf man dann den Raum, den die 2 Maaß Lu
nach ihrer Vermischung einnehmen, in Hunderttheilen
nes Maaßes bemerken kan. Dieses Verfahren empfie
sich durch seine Simplicität; allein es hat den Fehler, da
man nicht genug versichert seyn kan, in dem Maaße jederz
eine völlig gleiche Menge Luft zu haben; daher auch d
Versuche immer ungleich ausfallen, wenn sie gleich m
eben denselben Luftarten angestellt werden.

Diese Erfindung des D. Priestley reizte vorzüglich d
Aufmerksamkeit der italiänischen Naturforscher. Der A
Felix Fontana (Descrizione e usi di alcuni stromenti p
misurare dell' aria. in Firenze, 1774. 4.) schlug statt d
Priestleyischen acht verschiedene neue Instrumente vor. S
kommen alle darinn überein, daß man jede Luftart in e
besonderes Behältniß bringt, und hernach beyde zusamm
läßt, worauf die Größe der Verminderung des Volume
durch Quecksilber angegeben wird. Bey den vier ersten g
schieht dieses durch Abwägung des Quecksilbers, bey den le
tern durch den Stand desselben in einer Glasröhre, vermi
telst eines angebrachten Maaßstabes. Es sind aber alle di
se Werkzeuge nicht in Gebrauch gekommen, da die salpete

artige Luft auf das Quecksilber wirkt, und dadurch das Resultat zweifelhaft macht.

Bald hierauf machte der Ritter **Marsiglio Landriani** in Mayland (Ricerche fisiche intorno alla *salubrità* dell' aria, in Milano, 1775. 8. auch in *Rozier* Journal de Physique, Octobre, 1775. **Landriani** Untersuchung der Gesundheit der Luft, Basel, 1778. 8.) eine neue Einrichtung dieses Instruments bekannt, und legte demselben zugleich den Namen des **Eudiometers** zum erstenmale bey. Es besteht nach seiner Angabe in einer ovalen gläsernen Flasche, welche an beyden entgegengesetzten Oefnungen mit elfenbeinernen oder gläsernen Hähnen, wie am de Lücschen Reisebarometer (s. **Barometer** 1ster B. S. 268.) versehen ist. Aus der untern Oefnung dieser Flasche steigt eine durchaus gleich weite Glasröhre herab, die mit ihrem untern Ende, welches ein Ventil hat, in einem kleinen Becken mit Wasser steht. Alles dies ist an ein hölzernes Gestell angebracht, und an der Seite der Glasröhre geht eine Scale herunter, deren ganze Länge in 24, jeder Theil aber wieder in 12 Theile getheilt ist. Am obern Hahne ist eine mit nitröser Luft gefüllte Blase angebunden. Mit diesem Werkzeuge hatte **Landriani** die Luft an verschiedenen Orten Italiens untersucht, und sandte nach vollendeter Reise das Instrument zum Geschenk an D. Priestley.

Seine Methode ist folgende. Er füllt die Flasche und Röhre mit Wasser, schraubt alsdann den obern Hahn mit der daran gebundenen Blase auf, und drückt aus solcher so viel nitröse Luft in die Flasche, bis diese ganz damit angefüllt und vom Wasser völlig verlassen ist. Hierauf verschließt er beyde Hähne, und läßt das kleine Becken mit Wasser am untern Theile der Röhre tiefer herab, damit das Wasser auch aus der Röhre völlig auslaufe, und diese sich dagegen mit der zu prüfenden atmosphärischen Luft fülle. Sobald die Röhre voll Luft ist, wird das Becken mit Wasser wieder an seine vorige Stelle gebracht, die untere Oefnung der Röhre unter Wasser gesetzt, und der Hahn zwischen der Flasche und der Röhre geöfnet. Nun kommen

beyde Luftarten in Berührung, und es erfolgt die Vermin-
derung des Volumens, deren Größe sich durch die Höh
der vom Drucke der äußern Luft hinaufgetriebenen Wasse
säule vermittelst der Scale abmessen läst. Diese Einric
tung hat zwar das bequeme, daß der ganze Apparat dur
das Gestell in ein einziges Stück gebracht ist; allein er i
blos zur Prüfung der eben in der Atmosphäre vorhanden
Luft geschickt, die Hähne gerathen leicht in Unordnung, d
Vermischung der Luftarten erfordert eine lange Zeit, u
die Bestimmung des Resultats hängt von der jedesmalig
Temperatur und Schwere der Atmosphäre ab.

Zu eben der Zeit suchte D. **Ingenhouß** die Werkzeu
zur Luftprüfung zu verbessern, und beschrieb zwo neue Ei
richtungen derselben in einem Briefe an Pringle, welcher
der königlichen Societät der Wissenschaften am 15. Feb
1776 vorgelesen, und in die Schriften derselben (Philo
Transact. Vol. LXVI. p. 257. sqq.) aufgenommen word
ist. Der erste Apparat besteht aus einer kupfernen Röh
mit zween Hähnen, an deren einem Ende eine Flasche v
Federharz befindlich ist, das andere Ende aber in eine Gla
flasche eingeschraubt werden kan. Aus der Mitte dies
Röhre geht ein anderes rechtwinklig umgebogenes kupfe
nes Rohr herab, das einen Hahn hat, und unten mit ein
2—3 Schuh langen in 100 Theilen getheilten Glasröhre ve
bunden ist. Herr **Ingenhouß** goß in die Flasche ein ha
bes Loth verdünnte Salpetersäure mit einem Quentchen E
senfeile, wodurch sich salpeterartige Luft entwickelte, drück
sodann die Federharzflasche, welche gemeine Luft enthiel
zusammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre z
vermischen. Wenn sich das Eisen aufgelöset hatte, schlo
er beyde Hähne zu, und senkte die gläserne abgetheilte Röh
re in ein Gefäß mit Quecksilber. Sodann öfnete er de
unterhalb der Federharzflasche, und den an der gebogne
kupfernen Röhre befindlichen Hahn, worauf das Quecksi
ber in der Glasröhre aufstieg, und die Größe der Vermin
derung, an der Theilung, angab. Weil aber bey dies
Methode sowohl die unvermeidliche Auflösung des Kupfer
als auch die ungleiche Menge der entwickelten nitrösen Lu

sehr ungleiche Resultate giebt, so ward sie von ihrem Urheber selbst gar bald wieder verworfen.

Das zweyte von Herrn **Ingenhouß** vorgeschlagene Werkzeug ist eine an beyden Enden offene Glasröhre, $2\frac{1}{2}$ Schuh lang, $\frac{1}{12}$ pariser Zoll im Durchschnitt, und in 100 gleiche Theile getheilt. Er füllt diese Röhre zuerst ganz mit salpeterartiger Luft, indem er sie auf ein Fläschchen mit Eisenfeile und Scheidewasser setzt; hält hierauf beyde Oefnungen mit dem Daumen zu, bringt die untere in ein Gefäß mit Quecksilber, und läst, indem er beyde Enden auf einen Augenblick öfnet, einen Zoll hoch Quecksilber hineintreten. Sodann hält er die Röhre mit verschloßnen Enden horizontal, und läst durch abwechselndes Oefnen und Verschließen derselben die darin befindliche kleine Quecksilbersäule bis in die Mitte laufen, wobey dieselbe aus dem einen Ende gerade so viel nitröse Luft austreibt, als durch das andere Ende gemeine Luft hineingeht. Sobald das Quecksilber in der Mitte ist, schüttelt er die Röhre mit zugehaltenen Enden stark hin und her, wobey das Quecksilber viel zur Vermischung beyder Luftarten beyträgt. Endlich bringt er die untere Oefnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Quecksilber, und zieht den Daumen davon ab, indem die obere Oefnung noch verschlossen bleibt. Weil nun die Vermischung der Luftarten ihr Volumen vermindert hat, so steigt das Quecksilber aus dem Glase in die Röhre auf, und sein Stand zeigt an der Theilung die Größe der Verminderung an. Aber auch diese Verfahrungsart hat Herr **Ingenhouß** bald wiederum verlassen.

Herr **von Magellan** (Description of a glass apparatus etc. together with the description of some new Eudiometers or Instruments for ascertaining the Wholsomeness of respirable air, in a letter to the Rev. D. Priestley. London 1777. 8. Beschreibung eines Glasgeräths ꝛc. wie auch einiger Eudiometer, von J. H. **Magellan**, aus d. Engl. übers. mit Zusätzen von **C. F. Wenzel**. Dresden, 1780. 8.) machte im Jahre 1777 drey von ihm erfundene, aber sehr zusammengesetzte Eudiometer bekannt, welche auch **Cavallo** (Abh. über die Eigenschaften der Luft, aus d. Engl.

Leipz. 1783. gr. 8. Taf. II. Fig. 22. 23. 24.) beschrieben un abgebildet hat. Ich will hier nur das erste davon etwa umständlicher anführen. Es bestehet dasselbe aus der glä sernen Röhre M D, Taf. VIII. Fig. 7, welche 12 — 15 Zo lang, durchaus gleich weit, und mit dem eingeschliffene Glasstöpsel M versehen ist. An ihr unteres Ende passt das eingeschliffene Gefäß C, dessen Gestalt die Figur deut lich zeiget. Dieses Gefäß C hat außerdem noch zwo Mün dungen, in welche zwo kleine Phiolen oder Fläschchen A un B eingeschliffen sind. Die Capacität beyder Fläschchen zu sammen muß ohngefähr so viel betragen, als der Inhal der Röhre M D. Z ist ein messingener Ring, der sich a der Röhre M D verschieben und mit einer Stellschraub überall, wo man will, befestigen läst. G ist ein messin genes oder hölzernes Lineal, welches in gleiche Theile ge theilt ist, und mit zween messingenen halben Ringen an di Röhre M D, wie bey F, angelegt werden kan. Beyı Gebrauche nimmt man den Stöpsel M ab, und taucht da ganze Instrument in das Wasser der Wanne, so daß si die Röhre, das Gefäß C und die Fläschchen A und B völli mit Wasser füllen; man setzt alsdann den Stöpsel wied auf. Hierauf läst man nur noch den untern Theil des In struments, etwa bis an die Hälfte der Röhre, unter Wa ser stehen, nimmt eines von den Fläschchen A oder B vo Gefäße C ab, füllt es mit der zu prüfenden Luft und steck es wieder an seine vorige Stelle. Das andere Fläschche wird mit salpeterartiger Luft gefüllt, und ebenfalls wieder um aufgesteckt. Man nimmt nunmehr das Instrumen aus dem Wasser, und dreht das Gefäß C mit dem Bode b aufwärts, wie es bey F vorgestellt ist; wodurch die in de beyden Fläschchen enthaltenen Luftgattungen in das Gefä C aufsteigen, sich mit einander vermischen und die Vermin derung des Volumens bewirken. So bald man aber da Gefäß C umgedreht hat, muß man das Instrument wied bis an die Mitte der Röhre ins Wasser tauchen, und de Stöpsel M abnehmen. So, wie sich nun das Volume der beyden Luftgattungen vermindert, fällt das Wass r i der Röhre MD herab. Herr **Magellan** glaubte bemerk

zu haben, daß das Volumen, wenn es den höchsten Grad der Verminderung erreicht habe, wiederum ein wenig zunehme; er bediente sich daher des messingnen Ringes mit der Stellschraube zur Beobachtung des Punkts, an welchem die Wasserfläche still gestanden hätte; man hat aber diese vorgegebne Bemerkung ungegründet gefunden. Wenn nun die Verminderung vorüber ist, und die Wasserfläche in der Röhre stehen bleibt, so füllt er die Röhre wieder ganz mit Wasser, verstopft sie mit dem Stöpsel M, und wendet sie so, daß die Luft aus dem Gefäße C in den obern Theil M aufsteigt. Endlich nimmt er das Gefäß C ganz ab, senkt die Röhre so weit ins Wasser, bis die innere Wasserfläche mit der äußern gleich steht, und mißt dann an dem Lineale das Volumen der beyden vermischten Luftgattungen ab. Auf dem Lineale ist bemerkt, wie viel Theile der Scale die Capacität beyder Fläschchen einnehme; so wie z. B. in der Figur die Bezeichnung 96 = ** andeutet, daß die in beyden Fläschchen enthaltene Luft in die Röhre M D gebracht, einen Raum von 96 Theilen einnehmen würde. Nimmt nun das Volumen beyder Luftgattungen nach ihrer Vermischung nur noch 56 Theile ein, so sind 40 Theile verlohren gegangen, und der Grad der Heilsamkeit der geprüften Luft ist nach Magellan $= \frac{40}{96}$. Bleiben bey Prüfung einer andern Luft 60 Theile zurück, und gehen also 36 verlohren, so ist bey dieser Luft der Grad der Heilsamkeit $= \frac{36}{96}$, und verhält sich zum vorigen, wie 36: 40, d. i. wie 9: 10.

Man übersieht bald, daß dieses Instrument sehr zusammengesetzt, und seiner ganzen Einrichtung nach keiner sonderlichen Genauigkeit fähig ist, daß auch viel davon abhängt, ob der Stöpsel fest oder nur locker eingedrückt, die Röhre genau lothrecht oder schief gehalten wird, u. s. w. Endlich kan man auch hiebey nicht mehr als ein einziges Maaß nitröse Luft mit einem Maaße gemeiner Luft mischen, welche Verfahrungsart, wie die Folge lehren wird, allezeit unvollkommen bleibet. Da die beyden andern Eudiometer des Hrn. Magellan eben so zusammengesetzt, und gar nicht in Gebrauch gekommen sind, so verweise ich der Kürze hal-

ber auf **Cavallo** a. a. O., der das Mangelhafte derselbe sehr deutlich gezeigt hat.

White (Philos Transact. Vol. LXVIII. for 1778 P. I. no. 13.) bediente sich zu seinen Beobachtungen über di Güte der Luft zu York einer gemeinen Barometerröhre welche so weit war, daß ein Unzenglas voll Luft ohngefäh 134 Decimaltheile eines englichen Zolls darinn einnahm In diese Röhre ließ er ein Unzenglas Luft unter dem Wa ser vermittelst gläserner Trichter ein, that gleich darauf ei halbes Unzenmaaß salpeterartige Luft hinzu, und zeichne den Raum, den beyde sogleich anfüllten, wie auch denjen gen, den sie nach dreyßig Minuten einnahmen, auf. De letztere vom erstern abgezogen, gab die Verminderung od die Anzeige der Güte der Luft. So nahm am 30. Augu 1777 die Luft aus seinem Garten mit der salpeterartigen so gleich 205 Theile, nach einer halben Stunde aber nur 14 Theile ein; also nimmt er die Güte derselben = 60 an. Ar 13. Sept. bey einer trocknen schwülen Witterung war sie nu 55, stieg aber nach einigen Tagen wieder auf 64.

Herr **de Saussure** bediente sich (Reise durch die A pen, a. d. Franz. Leipzig, 1781. 8. Th. II. §. 578.) eine gläsernen mit einem eingeriebenen Stöpsel versehenen Fla sche, nebst einem kleinen Gläschen oder Maaße, welche ohngefähr $\frac{1}{3}$ der Flasche hielt, und einer kleinen Wage Dieses ganze Geräth, nebst dem, was zur Bereitung de nitrösen Luft gehört, ließ sich in ein Kästchen packen, un auf Reisen mitnehmen. Er wiegt zuerst die mit Wasse gefüllte Flasche, und läst dann unter dem Wasser vermi telst eines Trichters zwey Maaß gemeine und ein Maaß n tröse Luft hinein. So wie sich diese vermischen, und ar Volumen vermindern, dringt das Wasser in die Flasche Hr. de S. verstopft die Flasche, schüttelt sie unter dem Wa ser, öfnet sie dann wieder, damit aufs neue Wasser hinein treten könne, und wiederholt dieses Verfahren allezeit drey mal. Endlich wird die Flasche verstopft, rein abgetrockne und wieder gewogen. Zieht man dieses letztere Gewicht vo dem ersten ab, so zeigt der Rest das Gewicht des Wassers welches gerade den Raum der verminderten Luftmasse au

füllt, und ist also desto größer, je geringer die Verminderung, oder je mehr Phlogiston in der geprüften Luft enthalten ist.

Außer den bisher angeführten sind auch noch andere Werkzeuge und Prüfungsarten von Herrn **Achard** (Sur la mesure de la salubrité de l'air, renfermant la description de deux nouveaux Eudiometres, in den Nouv. Mém. de l'Acad. de Prusse 1778. Tab. V. Fig. 1. 2.), **Gerardin**, (bey der franz. Uebers. von Magellans Description d'un appareil, in *Rozier* Journal de phys. Mars 1778.), **Senebier** (Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature, à Geneve. 1782. 8. T. I. p. 6.), **Stegmann** (Beschreibung eines Luftmessers der gesunden und ungesunden Luft, Cassel 1778. 8.), **Cavendish** (Philos. Trans. Vol. LXXIII. P. I. und in **Lichtenbergs** Magazin für das Neuste rc. B. II. St. 3. S. 151.) und mehreren, vorgeschlagen worden, welche hier ohne allzu große Weitläuftigkeit nicht umständlich beschrieben werden können. Man sieht leicht, daß die Urheber der angeführten Werkzuge sich von der ursprünglichen Simplicität des Priestleyischen Apparats sehr weit entfernt, und auf Nebenabsichten, z. B. die Geschwindigkeit und Bequemlichkeit beym Gebrauch, die Vereinigung aller Theile in ein einziges Stück, das Portative u. dgl. mehr, als auf eine allgemeine und zuverläßige Uebereinstimmung aller Werkzeuge unter einander selbst gesehen haben. Ich will daher nur noch diejenige Einrichtung des Eudiometers beschreiben, welche anjetzt fast durchgängig für die beste, einfachste und zuverläßigste gehalten wird. Sie ist im Grunde keine andere, als die Priestleyische selbst, nur mit einigen von Fontana, Cavallo, Ingenhouß und Luz herrührenden Verbesserungen.

Nach der Beschreibung des **D. Ingenhouß** (Versuche mit Pflanzen rc. aus dem Engl. Leipzig, 1780. 8.) besteht dieses Eudiometer, welches er mit Erlaubniß des Abts **Fontana** zuerst bekannt machte, aus zween Stücken, dem großen und dem kleinen Maaße. Das **große Maaß** aa Taf. VIII. Fig. 8. ist eine vollkommen cylindrische, 14 bis 20 Zoll lange Glas-

röhre, deren Weite im Lichten etwa $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. D
se Röhre ist durch eingeschnittene Striche in gleiche The
jeden von 3 Zoll Länge, eingetheilt. Jede dieser Abth
lungen läßt sich wieder in 100 Theile theilen, die aber n
auf der Röhre selbst, sondern auf einer an ihr beweglic
Scale cc eingeschnitten sind. Diese Scale besteht
zween gleich langen Stäben, die unten und oben an r
singene Ringe gelöthet sind. Unten bey b b ist die Rö
trichterförmig ausgeweitet. Das kleine Maaß, Fig.
und 11., ist eine gläserne Phiole f, die genau so viel Ra
faßt, als eine Hauptabtheilung oder 3 Zoll der großen R
re. Diese Phiole paßt mit ihrer Oefnung in eine messi
ne, kurze, trichterförmige Röhre g i, durch deren Mitte
flacher Schieber k vor die Oefnung der Phiole f g
Durch diesen Schieber wird die in der Phiole enthal
Luft von der überflüßigen in der trichterförmigen Hölu
abgeschnitten, und die letztere, indem man die Phiole u
dem Wasser umkehrt, hinweggeschaft. Solchergestalt
das kleine Maaß immer eine bestimmte und gleiche M
Luft eingeschlossen. Um es mit einer vorräthigen Luft
tung zu füllen, wird es zuerst mit Wasser gefüllt, und
gekehrt mit geöfnetem Schieber auf die Oefnung des
Querbrete der Wanne befindlichen Trichters gesetzt (s. den
Pnevmatisch-chymischer Apparat). Hierauf br
man das Gefäß mit der vorräthigen Luft unter dem W
an den Trichter, und neigt es ein wenig, damit die Luft da
in den Trichter und folglich in das Maaß aufsteige. D
setzt hierauf das Gefäß mit Luft wieder auf das Bret,
das Maaß vom Brete hinweg, verschließt seine Oef
mit dem Schieber, und kehrt es im Wasser um, dami
überflüßige im Theile i befindliche Luft herausgehe.
wird man eine genau bestimmte Quantität Luft im kle
Maaße haben. Um nun dieselbe in die große Röhr
bringen, muß man diese zuerst ebenfalls mit Wasser fü
umgekehrt in die Wanne halten, und den Schieber des
dem Theile i wieder aufwärts gekehrten kleinen Maaßes
ter a öfnen, worauf die in f befindliche Luft in die Röhr
übergeht.

Man bringt aber zuerst zwey Maaß von der zu prüfenden Luft in die Röhre a a, und fügt alsdann ein Maaß nitröse Luft hinzu. Sobald dies geschehen ist, wird die Röhre vom Bret der Wanne hinweg genommen, und im Wasser stark geschüttelt. Hierauf wird sie in den mit Wasser gefüllten messingenen Cylinder d d d d, Fig. 9., so gesetzt, daß die Wasserfläche in der Glasröhre mit der äußern im messingnen Cylinder gleich steht, und eine bis zwo Minuten lang in dieser senkrechten Stellung ruhig gelassen, damit das Wasser ablaufen könne. Alsdann wird die Scale c c so verschoben, daß ihr unteres Ende oder ihre Null mit der Wasserfläche in der Röhre gleich steht, und man schreibt die Zahl auf, welche an der Scale mit der auf der Glasröhre eingeschnittenen Hauptabtheilung über der Wasserfläche zusammentrift. Ferner läst man ein zweytes Maaß nitröse Luft hinzu, schüttelt die Röhre, wie vorhin, läst sie 1 — 2 Min. im messingnen Wasserbehälter ruhig, stellt alsdann die Scale, und bemerkt die Zahl derselben wiederum. Endlich wird noch ein drittes Maaß salpeterartige Luft hinzugelassen, das Verfahren nochmals wiederholt und die Zahl bemerkt. Eine vierte Wiederholung würde überflüßig seyn, weil drey Maaß nitröse Luft hinreichen, um zwey Maaß gemeine Luft vollkommen zu sättigen.

Nach geendigtem Versuche werden die aufgeschriebenen Zahlen, nebst den bis an das obere Ende der Röhre noch übrig bleibenden Hauptabtheilungen, von den in die Röhre gelassenen Maaßen, jedes für 100 Theile gerechnet (also von 300, 400, 500), abgezogen; der Rest zeigt die Größe der Verminderung. Hätte z. B. nach Hinzulassung des dritten Maaßes nitröser Luft, eine Hauptabtheilung der Glasröhre bey 8 an der Scale gestanden, und wären bis ans obere Ende noch drey solche Hauptabtheilungen (jede von 100 Theilen) zu zählen gewesen, so hätte das zurückgeblibne Volumen 308 Theile betragen. Dies von 500, als dem ursprünglichen Volumen der fünf Maaße, abgezogen, giebt die Verminderung 192 Theile.

Die Genauigkeit dieser Prüfungsart hängt größtentheils davon ab, daß man die Handgriffe dabey immer auf

eine gleichförmige Art verrichte, die Glasröhre stets ein gleiche Zeit hindurch schüttle, und eine gleiche Zeit ruhe lasse u. s. f. Geschieht dies nicht, so wird man bey ver schiedenen Versuchen, wenn sie auch mit den nemlichen Luft arten angestellt werden, dennoch verschiedene Resultat erhalten.

Cavallo (Abhandl. über die Eigenschaften der Luft x S. 122.) läst, um den Apparat noch einfacher zu macher den messingenen Cylinder d d d d ganz hinweg, und bringt da gegen an dem obern verschloßnen Ende der Glasröhre eine Ring oder eine Schleife an, womit man sie an einem an der Wanne des pnevmatischen Apparats befindlichen me singenen Haken aufhängen kan. Auf der Scale zählt die Hunderttheile an dem einen Stabe vom obern Ring am andern vom untern an. Bey der Prüfung selbst lä er 2 Maaß gemeine und 1 Maaß nitröse Luft in die Röhr schüttelt sie 15 Secunden lang im Wasser der Wanne, un hängt sie an den Haken so, daß die Oberfläche der Wasse säule darinn etwa zween Zoll über der Wasserfläche in d Wanne zu stehen kömmt. Dann schiebt er die Scale s daß der obere Rand des untern Ringes mit dem mittler Theile der Wasserfläche in der Röhre zusammentrift, un bemerkt, welche Abtheilung mit einem Striche an der Gla röhre gleich stehet. Gesetzt, der 56ste Theilungsstrich tre fe den zweyten Strich der Glasröhre von oben herab gerec net, so schreibt er dafür II, I; 2, 56, d. i. zwey Maaß g meine und ein Maaß salpeterartige Luft sind durch die Ve mischung auf 2, 56 Maaß zurückgebracht worden. Hiera läst er ein zweytes Maaß nitröse Luft hinzu, verfährt w vorhin, und bemerkt dies, wenn z. B. der 7te Theilung strich der Scale mit der dritten Abtheilung der Glasröh zusammentrift, mit II, II; 3, 07. Die andere umgekeh gezählte Theilung der Scale wird gebraucht, wenn es d an der Röhre befindliche Schleife nicht verstattet, den u tern Ring an die Wasserfläche zu stellen, und man al genöthigt ist, den obern Ring daran zu bringen, und d Grade von oben herab zu zählen.

D. Ingenhouß (Versuche mit Pflanzen rc. Leipzi

1780. 8.) bedient sich eben dieses Werkzeugs so, daß er nur ein Maaß von jeder Luftart zusammen mischet. Er faßt das Maaß unter dem Wasser bey dem Schieber, damit es durch die Hand nicht erwärmt werde, und hält es 15 Secunden lang in dieser Stellung, um ihm die Temperatur des Wassers mitzutheilen. Die nitröse Luft bereitet er stets frisch aus Kupfer, und sobald sie in die Röhre geleitet ist, schüttelt er diese 30 Secunden lang unter dem Wasser, und bringt sie in den mit Wasser gefüllten messingenen Cylinder d d d d, mit der Vorsicht, daß nichts von der äußern Luft in die Oefnung der Glasröhre eindringe. So läst er den Apparat in der Wanne eine Minute lang stehen, und gießt beständig Wasser darüber, um die Temperatur der Glasröhre derjenigen gleich zu machen, welche das Wasser in der Wanne hat. Endlich schiebt er die Scale so, daß ihre Null mit dem untersten Punkte des Bogens, den das äußerste Ende der Wassersäule macht, gleich stehet, und bemerkt, wie viel Abtheilungen von zwey ganzen Maaßen, oder 200 Theilen der Scale übrig geblieben sind. Herr Scherer versichert, daß nach dieser Verfahrungsart die ganze Probe in drey bis vier Minuten geendigt, und ihre Zuverläßigkeit so groß sey, daß nur selten unter zehn mit der nemlichen gemeinen und nitrösen Luft angestellten Versuchen, der Unterschied der Resultate kaum $\frac{1}{100}$ der ganzen angewandten Luftmasse betrage.

Herr **Luz** (Anweisung, das Eudiometer des Fontana zu verfertigen und zum Gebrauch bequemer zu machen. Nürnberg und Leipzig, 1784. 8.) hat an der Einrichtung dieses Eudiometers nichts wesentliches geändert, sondern nur zu dessen genauer Verfertigung überaus deutliche und lesenswürdige Vorschriften mitgetheilt. Nur darinn weicht er von Fontana ab, daß er den besondern Wasserbehälter d d d d wegläst, und die Röhre, wie Cavallo, an einen an der Wanne befindlichen Haken hängt; daß er zweytens die Scale fest macht, um das beständige Richten und die Fehler aus der ungleichen Weite der Glasröhre zu vermeiden. Dagegen läst er sie über drey Hauptabtheilungen der Glasröhre gehen; jede Abtheilung wird durch ein hineinge-

laßnes Maaß Luft besonders bestimmt, und in 100 Theil getheilt, daß also 300 Unterabtheilungen auf die Scal kommen. Er beschreibt endlich das Verfahren sehr genau und giebt folgende Bezeichnungsart an.

a. 200, b. 200, c. 204.

heißt: zwey Maaß gemeine, und zwey Maaß sapeterartige Luft, nahmen vermischt 204 Theile der Scale, ode 2, 04 Maaß Raum ein. Die Verminderung d ist = a + b – c, oder 196 Theile.

Es scheint nach allem bisher gesagten am besten zu seyn daß man bey dieser einfachen Art der Luftprüfung bleibe welche durch den von **Fontana** dem Maaße beygefügte Schieber an Zuverläßigkeit sehr viel gewonnen hat. Hie bey aber kömmt fast alles auf ein bestimmtes und durchgehends gleiches Verfahren an. Ohne dieses werden die Resultate verschieden ausfallen, und das Werkzeug wird ein ganz unbestimmte Sprache führen, welches eben so viel ist als ob es gar nichts sagte. Ich will in dieser Absicht noc einige beym Verfahren selbst zu beobachtende Regel beyfügen.

Die innere Seite des Maaßes ist vor dem Versuch mit Seifenwasser auszuspülen, damit nicht beym Fülle Wassertropfen darinn hängen bleiben, und das richtige Volumen vermindern. Beym Füllen selbst muß man es nich mit der Hand berühren, damit es nicht erwärmt werde, un also zu wenig Luft fasse; eben darum muß man auch nac vollendetem Füllen die Hand nicht eher an das Glas bringen, als bis der Schieber verschlossen ist. Beym Verschließen selbst ist das Maaß stets gleich tief unter dem Wasser zu halten, damit die Luft nicht durch Wassersäulen vo ungleicher Höhe einmal mehr, als das anderemal, zusammengedrückt werde. Zwischen dem Füllen des Maaßes un dem Verschließen des Schiebers muß immer ein gleiche Zeitraum verlaufen, damit nicht das Wasser an den Seitenwänden einmal mehr, als das anderemal, ablaufen könne. Die Glasröhre muß, so viel möglich, an allen Stellen gleich weit seyn, und daher genau calibriret werden auch bey ihr ist ein vorgängiges Ausspülen mit Seifenwas

ser dienlich; **Fontana** und **Luz** schleifen die innere Fläche matt, wozu Luz sehr leichte Handgriffe angiebt. Wenn man die Länge der Luftsäule beobachtet, muß man wegen der Wärme die Röhre nicht mit der bloßen Hand, sondern mit einem nassen Lappen anfassen, und immerfort Wasser darüber gießen. Auch muß die innere Wasserfläche mit der äußern in der Wanne völlig gleich hoch stehen; dies wird eben durch Fontana's besondern Wasserbehälter (d d d d Fig. 9.) bewirkt. Bey der Beobachtung selbst muß man für die Grenze der Wassersäule, welche in der Röhre concav ist, die Mitte oder den untersten Punkt des Bogens festsetzen, auch die Röhre genau lothrecht halten. Die Vermischung beyder Luftarten muß nicht, wie bey Priestley, in einem besondern Gefäße, und stillstehend, geschehen, sondern in der Röhre selbst, welche man im Augenblicke der Berührung eine stets gleiche Zeit lang, nemlich eine halbe Minute lang, stark im Wasser schütteln muß. Beym Einlassen der Luft ist auch darauf zu sehen, daß sie nicht blasenförmig, sondern als eine ununterbrochne Säule in die Glasröhre aufsteige, wozu die Oefnung des Trichters, durch den sie geht, weit genug (wenigstens $5\frac{1}{2}$ pariser Lin.) seyn muß. Auch können bey Versuchen dieser Art schnelle Veränderungen der Wärme oder Schwere der äußern Luft, ja selbst die Nähe des Körpers vom Experimentator, Unterschiede machen.

Mehr, als alles dieses, aber macht die ungleiche Güte und Stärke der zum Prüfungsmittel dienenden **nitrösen Luft** aus. Es ist ganz vergeblich, an eine Uebereinstimmung der Eudiometerbeobachtungen zu denken, so lange man nicht Mittel kennt, eine sich immer gleiche salpeterartige Luft *(a standard nitrous air)* zu bereiten. **D. Ingenhouß** (Versuche mit Pflanzen ꝛc. S. 110.) glaubt, eine solche durch folgende Methode zu erhalten. Er dreht biegsame Kupferfäden spiralförmig in einander, so daß sie kleine Cylinder vorstellen, und füllt damit ein kleines Fläschchen. Hierüber gießt er Salpetersäure, mit 5 — 6 Theilen Wasser verdünnt, und fängt das solchergestalt entbundene Gas durch den gewöhnlichen pnevmatischen Apparat unter

einem gläsernen Gefäße auf. Wer aber nur ein wenig di verschiedene Stärke der Liquoren kennt, die unter dem Na men der Salpetersäure verkauft oder bereitet werden, un überdies den Einfluß der Wärme, der Zeitdauer u. dgl. au die Operation selbst erwäget, der wird sich schwerlich über zeugen können, daß man so überall und zu jeder Zeit ein gleich gute nitröse Luft erhalte. Herr **Wenzel** (Beschrei bung eines Glasgeräths rc. von Magellan aus d. Engl. S 59 — 64.) giebt daher eine sichrere, aber auch weit schwe rere und zusammengesetztere Methode an. Er wählt einen ganz reinen aus zwey Theilen des besten Salpeters und ei nem Theile weißen Vitriolöl bereiteten rauchenden Salpe tergeist, vermischt denselben mit dem fünffachen Gewicht destillirten Wassers, und probirt ihn mit zerschlagenem Marmor oder Austerschalen, wovon er immer eine gleich Menge auflösen muß. Hierdurch entbindet er die salpeter artige Luft aus Eisen, Kupfer oder Quecksilber in einem eig nen Apparat, aus welchem die gemeine Luft durch eine klei ne Luftpumpe, so viel möglich, herausgezogen wird. Man hat aber hievon niemals einigen Gebrauch gemacht.

Die nitröse Luft wird schwächer, wenn sie lange über Was ser steht. Daher räth man an, zu den Prüfungen mit dem Eudiometer täglich, wenigstens oft, frische zu berei ten. **Fontana** aber meint die ganze Schwierigkeit da durch zu heben, daß er zu zwey Maaßen gemeiner Luft so viele Maaße salpeterartiger Luft hinzuläßt, bis das letzte keine Verminderung weiter bewirkt; alsdann, sagt er, fin de man die Größe der bis zur Sättigung statt findenden Verminderung immer richtig, wie stark oder schwach auch die nitröse Luft seyn möge, und der ganze Unterschied sey, daß man mehr Maaße hinzulassen müsse, je schwächere Luft man habe. **Ingenhouß** hingegen, der dies nicht in sei nem ganzen Umfange zugiebt, schreibt vor, die nitröse Luft täglich frisch, und immer aus Kupfer, oder immer aus Quecksilber zu bereiten, reinen und von Vitriolsäure frey en Salpetergeist dazu zu gebrauchen, und bey ihrer Auf fangung die Vermischung mit gemeiner Luft sorgfältig zu verhüten.

Dies wird genug seyn, um zu zeigen, daß das Eudiometer noch bey weitem das nicht sey, was sein Name ausdrückt, und wofür man es viel zu frühzeitig gehalten hat. Vielleicht wird ihm einst die Zeit mehrere Vollkommenheit geben.

Man pflegt mit diesem Werzeuge auch die Güte der künstlich bereiteten dephlogistisirten Luft zu prüfen, welche aber zu ihrer Sättigung eine weit größere Menge, oft vier, zuweilen fünf Maaß nitröser Luft, erfordert. Um nun dies mit weniger Zeitverlust zu thun, vermischt **D. Ingenhouß** beyde Luftarten in einem besondern Glase von 3 Zoll Durchschnitt und 3 Zoll Höhe auf einmal, weil bey der dephlogistisirten Luft die Zersetzung und Vermischung augenblicklich geschieht, und es also nicht, wie bey der gemeinen Luft, des allmählichen Hinzulassens und Schütttelns bedarf.

Herr **Wilke** (Neue schwed. Abhdl. IV. Band, 1785., auch in Lichtenbergs Magazin für das Neuste ꝛc. III. B. 4. St. S. 106. u. f.) hat seitdem noch zwo andere Einrichtungen des Eudiometers bekannt gemacht, wobey die Luftgattungen durch Saugen und Pumpen mit einer Spritze aus einem Gefäß ins andere gebracht werden. Zu einer dieser Einrichtungen gehört ein Apparat mit Quecksilber, zur andern ein gewöhnlicher mit Wasser. Die Kolbenstange der Spritze ist, wie eine Scale, abgetheilt, und mit einem an der Spritze selbst befestigten Nonius versehen, wodurch man sehr genau in jedem gegebnen Verhältnisse Luft ausziehen oder einlassen kan. Da diese Art, die Luftgattungen zu behandeln, als eine allgemeine Abänderung des Apparats angesehen werden kan, so will ich sie bey dem Worte: **Pnevmatisch-chymischer Apparat** umständlicher beschreiben: zum Eudiometer wird man sich immer eine einfachere und leichtere Einrichtung wünschen.

Noch ein Eudiometer, das aber auf ganz andern Gründen beruht, hat **Scheele** (in *Rozier* Journal de physique, Janvier 1781., deutsch in Hrn. **Leonhardi** Uebers. von Scheelens chemischen Abhdl. von Luft und Feuer, Leipzig, 1782. 8. S. 269.) angegeben. Er nimmt einen Theil von sehr fein gepülfertem Schwefel, vermischt ihn mit zween

Theilen unverrosteter Eisenfeile, befeuchtet das Gemenge mit etwas Wasser, und hebt es derb eingestopft in gläsernen Flaschen auf. Beym Versuche selbst füllt er mit diesem Gemenge eine gläserne Schale, setzt diese auf einen hohen Träger, deckt ein cylindrisches mit einem getheilten Papierstreif versehenes Glas darüber, und füllt das weite Gefäß, worinn der ganze Apparat steht, mit Wasser. Das phlogistische Gemenge fängt bald an, sich zu erhitzen, und die Luft zu vermindern; daher steigt das Wasser in das cylindrische Glas auf, die Scale giebt dessen Höhe an, und zeigt dadurch die Größe der Verminderung, welche desto stärker ist, je mehr die Luft Phlogiston in sich nehmen kan, d. i. je reiner sie vor dem Versuche war. Hr. S. bringt zwar hierbey auch den Stand des Thermometers und Barometers mit in Anschlag; allein es bleibt dennoch, auch bey dieser Methode, allzuviel Unbestimmtes übrig.

So unvollkommen aber die Eudiometer noch seyn mögen, so haben doch die mit ihnen angestellten Beobachtungen schon viele nützliche und mit andern Erfahrungen übereinstimmende Resultate geliefert. **Landriani** fand in den Gebirgen bey Pisa die Luft immer reiner, je höher er hinaufstieg, dagegen um den Vesuv immer schlechter, je näher er dem Crater kam; eben so fand er sie in den pontinischen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte, auf der Solfatara u. s. f. von sehr schlechter Beschaffenheit. Herr **Scheele** fand die Verminderung der Luft zu Stockholm durch seinen Apparat $\frac{8}{33}$ bis $\frac{10}{33}$, woraus er folgert, daß der Luftkreis daselbst ohngefähr $\frac{9}{33}$ ganz reine respirable Luft enthalte. **Fontana** und **Jngenhouß** haben bey ihren zahlreichen Versuchen in Paris, London, den Niederlanden und Oesterreich, ziemlich übereinstimmende Resultate gefunden. Der letztere fand die Seeluft durchgängig besser, als die Landluft (s. Jngenhouß vermischte Schriften, herausg. von Molitor, Wien 1784. II. B. 8. Von dem Grade der Heilsamkeit der Seeluft). Für Wien giebt er ihre mittlere Güte 1, 07 an. **De Saussure** fand bey seinen Alpenreisen die Luft auf den Gipfeln der hohen Berge weniger rein, als die in den Thälern, welche zwischen den

Bergen liegen. **Deodat von Dolominieu** (Reise nach den liparischen Inseln a. d. Frz., Leipzig, 1783. 8.) fand zu Malta im Winter die Luftgüte 0, 80 bis 0, 82, bey wärmere Luft 0, 88—0, 90; beym Sirocco 1, 02 bis 1, 05. Sehr zuverläßige Beobachtungen über die Luft in Göttingen hat Herr Prof. **Pickel** im Jänner und Februar 1782 angestellt (s. Göttingisches Magazin der Wissensch. und Litteratur, II. Jahrg. 6. St. S. 426.) und in Tabellen gebracht. Die Grade der Güte fallen zwischen 0, 91 und 0, 98, und die Luft war dabey desto reiner, je kälter sie ward. In Leipzig hat mein verstorbener Freund D. **Ludwig** die Luft in den Sommermonaten des Jahres 1783 bey dem damaligen trocknen Nebel oder Höherauch geprüft (s. Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik, u. s. w. von **Leske** und **Hindenburg**, 1783. II. St. S. 211.), und sich dabey des oben beschriebnen Magellanischen Eudiometers bedient. Er fand sie besonders in der letzten Hälfte des Julius ungemein stark phlogistisirt, und vermuthet, daß die Ursache davon in den vorhergegangenen heftigen Erdbeben liegen könne. Ueberhaupt lehren alle angestellte Prüfungen, daß die über heiße und dürre Landstriche kommenden Winde, wie bey uns die Südwinde, die Luft verschlimmern, da hingegen dieselbe durch Nordwinde, welche über einen großen Theil der fast immer in Bewegung stehenden See streichen, merklich verbessert wird.

Abhandlung über die Eigenschaften der Luft, und der übrigen beständig elastischen Materien, von Tiberius Cavallo, aus dem Englischen. Leipzig, 1783. 8.

Geschichte der Luftgüteprüfungslehre, kritisch bearbeitet von J. A. Scherer, Wien 1785. 8.

Experiment, s. **Versuch**.

Experimentalphysik, Physica experimentalis, *Physique experimentale*. Man pflegt diesen Namen demjenigen Theile der Naturlehre beyzulegen, in welchem die Eigenschaften und Wirkungen der Körper aus Erfahrungen, hauptsächlich aus angestellten Versuchen, hergeleitet werden. Da aber alles, was wir von den Körpern wissen, auf Erfahrungen beruht, so sieht man wohl, daß eigentlich

die wahre und richtige Naturlehre ganz in Experime talphysik bestehe.

Inzwischen erfordert doch der Vortrag der Wissenscha besonders auf Akademien, eine Absonderung der Versuc selbst, und der Erklärung dessen, was sich aus denselb durch Rechnungen, Schlüsse, Vergleichungen, Muthm ßungen u. s. w. herleiten läst. Beydes läst sich in den Vo lesungen nicht wohl vereinigen, weil die Einschiebung d Versuche in dem Vortrage theils den Zusammenhang zu o unterbrechen, theils aber auch die nöthige Zubereitung den Versuchen unmöglich oder doch höchst beschwerlich m chen würde. Daher ist es bey dem Vortrage der Natu lehre nicht ungewöhnlich, die **Experimentalphysik** vo der sogenannten **dogmatischen** oder **theoretischen Phy sik** (Physica dogmatica, rationali, theoretica) zu unte scheiden, obgleich bey einem zweckmäßigen Studium de Naturwissenschaften, und bey allen Bemühungen eines Na turforschers überhaupt, beyde unzertrennlich verbunden blei ben müssen, da die Erfahrung nicht allein den Grund alle Berechnungen und Schlüsse ausmachen, sondern auch fü alle daraus gefundene Resultate wiederum zur Probe diene muß. Auch würde eine dogmatische Physik ohne Erfah rungen nichts, als leere Träume, und eine Experimental physik ohne alle Schlüsse lauter unfruchtbare Spielereyen enthalten.

Es sind daher die dogmatische und die Experimental physik keine eignen und abgesonderten Theile der Naturleh re; sie unterscheiden sich vielmehr nur in Absicht auf Me thode und Vortrag. Bey der dogmatischen setzt man di Resultate der Versuche als bekannt voraus, oder begnügt sich damit, sie historisch anzuführen; bey der Eperimen talphysik hingegen macht man die Kenntniß und Behand lung der Werkzeuge nebst der Anstellung der Versuche selbst zur Hauptabsicht, und bleibt bey den unmittelbaren Folgen und Resultaten derselben stehen. Die besten und vollstän digsten Lehrbücher sind freylich diejenigen, die im gehörigen Verhältnisse und in einer bequemen Ordnung beydes ver binden.

Der Ursprung dieser Absonderung fällt allerdings erst in die Zeit, seit welcher man in der Naturlehre den Weg der bloßen Speculation verlassen, und die Erfahrungen mehr, als ehedem, zu Rathe gezogen hat. **Johann Christoph Sturm**, Professor der Mathematik zu Altorf, dessen Verdienste um die Experimentalphysik sehr groß sind, war, so viel mir bekannt ist, der erste, welcher Vorlesungen über die Versuche (*Jo. Chph. Sturmii* Collegium experimentale s. curiosum. Norimb. 1676. To. II. 4.) von der theoretischen Physik (Ej. Physica electiva s. hypothetica. Norimb. 1697. T. II. 4.) trennte. Diesem Beyspiele folgte **Wolff**, dessen vortrefliche Experimentalphysik (Nützliche Versuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunst, Halle, 1721—1723. III. Th. 8.) die Materialien enthält, aus welchen er hernach sein weniger schätzbares Gebäude der dogmatischen Physik (Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur, Halle, 1723. 8. und: Vernünftige Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge, Halle 1724. 8.) aufgeführet hat. Je mehr sich seitdem die Versuche, Werkzeuge und Entdeckungen vervielfältigten, desto mehr wurden die Verfasser der physikalischen Lehrbücher genöthiget, Beschreibungen davon in ihre Schriften aufzunehmen, denen sie daher oft den Titel einer Experimentalphysik gaben, obgleich auch außer den Versuchen theoretische Lehren darinn abgehandelt werden. Dahin gehören die Lehrbücher des **Desaguliers** (Course of experimental philosophy. Lond. 1717. 4. und in zween Bänden Lond. 1745. 4.), **s' Gravesande** (Physices elementa mathematica experimentis confirmata. Lugd. Bat. 1719. 4. und in zween Bänden Lugd. Bat. 1742. gr. 4.), **Teichmayer** (Elementa philosophiae naturalis experimentalis. Jenae, 1733. 4.) und neuerlich **Kratzensteins** (Vorlesungen über die Experimentalphysik; 6te vermehrte Auflage, Kopenhagen, 1787. gr. 8.). Ganz vorzügliche Rücksicht auf die Werkzeuge und Versuche nehmen **Nollet** (Leçons de physique experimentale. à Paris, 1743 u. f. To. I—VI. gr. 12. **Nollets** Vorlesungen über die Experimentalnaturlehre, Erfurt 1749-1764. VI. Theile, 8.) und **Sigaud**

de la Fond (Leçons de physique experimentale. à Pa
1767. 12mo. Anweisung zur Experimentalphysik aus d. F
des Hrn **Sigaud de la Fond** übers. Dresden, 17
II. Th. gr. 8.) Nach Sturms und Wolfs Beyspiele
auch Herr Professor **Titius** beyde Theile der Physik be
ders bearbeitet (Physicae dogmaticae elementa. Vit
1774. 8. Physicae experimentalis elementa. Lips. 1782.
Einige Schriften, welche die Werkzeuge und Versuche g
allein angehen, werde ich bey dem Worte: **Versuche**
führen.

Explosion, Explosio, *Explosion*. Eine plötzl
und gewaltsame Ausdehnung einer elastischen flüßigen M
terie, welche nach allen Richtungen wirkt, die Hinderni
die sie einschließen, an den schwächsten Orten durchbri
und gemeiniglich mit einem Knalle begleitet ist.

Das Schießpulver, Knallpulver, Knallgold u. d
erzeugen bey ihrer Entzündung oder Erhitzung plötzlich e
große Menge elastischer Materien, welche sich gewalts
auszudehnen streben. Sind diese Materien noch überd
eingeschlossen, so treiben die erzeugten elastischen Flüßigk
ten die Pfropfe, welche sie einschließen, mit ungemei
Kraft fort, oder zersprengen die Körper, in denen sie e
halten sind. Von diesen Explosionen hängen die heftig
Wirkungen des Feuergewehrs, der Minen und der Bo
ben ab.

Die Dämpfe, in welche das Wasser durch die Hi
verwandelt wird, sind in hohem Grade elastisch, s. **Dämpf**
Wenn man daher Wasser in einem verstopften oder v
schloßnen Gefäße erhitzet, so üben diese Dämpfe gegen d
Wände des Gefäßes, oder gegen den Pfropf, der es verschließ
eine überaus große Gewalt aus. Sie treiben endlich d
Pfropf mit einer heftigen Explosion heraus, oder zersprengen
auch das Gefäß selbst, wenn es nicht überall eine genugs
me Festigkeit hat.

Stark verdichtete Luft, z. B. in einer Windbüchs
explodirt, so bald man ihr eine Oefnung oder einen O
verstattet, wo die Hindernisse schwächer, als an den übr

gen, sind; sie zersprengt auch wohl das Gefäß, worinn man sie comprimirt hat, wenn es nicht fest genug ist.

Wenn ein geladner elektrischer Körper (s. **Flasche, geladne**) durch eine leitende Verbindung beyder Seiten entladen wird, und ein elektrischer Schlag entsteht, so geschehen an den Stellen, wo die Verbindung unterbrochen ist, und die Elektricität durch ein Mittel, das sie nicht so leicht durchdringen kan, hindurchbrechen muß, **elektrische Explosionen.** Man sieht dabey die Ursache der Elektricität als eine sehr elastische flüßige Materie an, die sich in solchen Fällen nach allen Richtungen zu verbreiten strebt, und also die Hindernisse, die ihr im Wege stehen, erschüttert und zerschmettert, wovon auch die Versuche Spuren zeigen. Auch der Bliz wirkt auf diese Art, wenn er in seiner Leitung Unterbrechungen antrift, s. **Bliz.**

Da bey der gewöhnlichen Art, Versuche anzustellen, immer Unterbrechungen in der leitenden Verbindung bleiben, weil der Schlag wenigstens durch einen Theil Luft durchbrechen muß, so nennt man oft den elektrischen Schlag selbst eine **Explosion.**

Brennbare Luft mit gemeiner oder dephlogistisirter vermischt, entzündet sich an der Lichtflamme, und verursacht dadurch eine Explosion mit einem sehr lauten Knalle, s. **Gas, brennbares.**

F.

Fadendreyeck, s. **Culmination.**

Fadenkreuz im Fernrohre, s. **Fernrohr.**

Fadenmikrometer, s. **Mikrometer.**

Fäulniß, Putredo, Putrefactio, *Putrefaction.* Die letzte Stufe der Gährung vegetabilischer und thierischer Substanzen, wodurch eine Zersetzung und völlige Veränderung ihrer Bestandtheile erfolgt, s. **Gährung.** Die meisten Stoffe des Pflanzenreichs gehen vor ihrer Fäulniß erst durch die geistige und saure Gährung; viele, besonders thierische Substanzen aber faulen sogleich, ohne die zwo ersten Stu-

sen der Gährung zu durchlaufen, ob sich gleich bey den mei-
sten vorher auf kurze Zeit eine Säurung zeiget.

Wenn die der Fäulniß fähigen Stoffe einer feuchte[n] Wärme ausgesetzt sind, so zeigt sich die Fäulung sehr ge-
schwind durch Veränderung der Farbe, des Geruchs un[d] Geschmacks, bey durchsichtigen Flüßigkeiten auch durch da[s] Trübwerden. Mit dem Fortgange der Fäulniß wird d[er] Geruch immer ekelhafter und erhält zuletzt das Stechend[e,] welches von dem beym Faulen entbundenen flüchtigen Alka[li] herrühret, und das man so oft in den heimlichen Gemächer[n] bey Veränderungen der Witterung bemerkt.

Die Fäulniß zerstört den ganzen organischen Bau d[er] Pflanzen und thierischen Körper, und verwandelt sie in flüch-
tiges Alkali, stinkendes Oel und Erde, welches die einzig[en] Materien sind, die man durch die Destillation aus verfau[l-]
ten Substanzen erhält. Durch diese Operation zerstört d[ie] Natur von selbst ihr eignes Werk, sobald Pflanzen un[d] Thiere zu leben aufhören; aber sie läst die zertrennten B[e-]
standtheile wiederum in den Bau neuer Köroer übergehe[n,] und erhält sich durch diesen Kreislauf immer in einer unu[n-]
terbrochnen Thätigkeit.

Die Fäulniß reizt viele Insekten, ihre Eyer in die faule[n-]
den Körper zu legen, welche darinn ausgebrütet werden; d[a-]
her man fast überall beym Faulen Maden und Würmer finde[t.] Man hat oft geglaubt, die Fäulniß selbst erzeuge Thie[r-]
chen, oder komme von ihnen her, welches letztere **Kirch[er]** und **Linne'** (Amoen. acad. To. V. p. 94.) behauptet h[a-]
ben. Aber **William Alexander** (Medicinische Vers[u-]
che, a. d. Engl. Leipzig, 1773. 8. S. 246. u. f.) hat die[se] Meinung durch sorgfältig angestellte Beobachtungen vo[ll-]
kommen widerlegt. **Macbride** (Versuche, a. d. Eng[l.] Zürich, 1766. 8.) hat die Entweichung der fixen Luft f[ür] die Ursache der Fäulniß halten wollen. Andere haben [sie] in der atmosphärischen Luft gesucht, die doch nur eine gel[e-]
gentliche Ursache und ohne feuchte Wärme unwirksam i[st,] auch abgeschnitten werden kan, ohne darum die Fäulniß [zu] hindern. Die Ursache der Fäulniß ist also noch für uns e[in] Geheimniß: wahrscheinlich liegt sie in einer besondern A[...]

der Anziehung unter den Bestandtheilen vegetabilischer und thierischer Körper, welche nur bey einem gewissen Grade der Wärme und Feuchtigkeit wirksam wird.

Alle thierische Substanzen sind der Fäulniß näher, und dazu geneigter, als die vegetabilischen. Daher haben einige große Aerzte und Chymiker, z. B. **Boerhave** und **Macquer**, vermuthet, daß der Uebergang der vegetabilischen Substanzen und Nahrungsmittel in thierische durch eine Art von unvollkommner Fäulniß geschehe. Ueberhaupt würde eine befriedigende Erklärung der Fäulniß den Schlüssel zu sehr wichtigen Geheimnissen der Natur abgeben.

Fäulnißwidrig (antiseptica) sind alle Substanzen, die selbst keiner Fäulniß fähig sind, oder die Beförderungsmittel der Fäulniß entkräften, d. h. kühlen und trocknen. Daher verhindern die trocknenden Erden, Sand, Kalk, Kälte, Säuren, Alkalien, Mittelsalze, Weingeist, wesentliche und empyrevmatische Oele, Balsame, Harze, Gewürze, bittere und zusammenziehende Mittel, Rauch u. s. w. das Faulen. Auch die fixe Luft oder Luftsäure widersteht der Fäulniß. **Pringle** (Philos. Trans. no. 495 und 496. und Hamburg. Magazin B. X. S. 300 u. f.), **Macbride**, **Crell** (Philos. Trans. Vol. LXI. P. I. und chemisches Journal, Th. I. S. 158. u. f.), **Buchholz** (Chymische Versuche über einige der neusten einheimischen antiseptischen Substanzen, Weimar, 1776. 8.), auch **Shaw** (Chemical Lectures, franz. übersetzt unter dem Titel: Essai pour servir à l'histoire de la putrefaction. à Paris, 1766. gr. 8.) haben über die fäulnißwidrigen Mittel und die Geschichte der Fäulniß überhaupt schätzbare Versuche bekannt gemacht.

Die Luft, in welcher Körper faulen, wird dadurch in einem hohen Grade phlogistiret, und in dieser Rücksicht hat das Faulen mit der Verbrennung eine gewisse Aehnlichkeit, s. **Gas, phlogistisirtes.** Auch scheint die Erzeugung der Salpetersäure die Wirkung einer bis zur letzten Stufe gekommenen Fäulniß zu seyn.

Macquer chym. Wörterbuch mit Hrn. Leonhardi Anm. Art. Fäulniß.

Fahrenheitisches Thermometer, s. **Thermometer**

Fall der Körper, Descensus s. lapsus corporum gravium, *Chûte des corps graves.* Die Bewegung der Körper durch ihre Schwere. Die Schwere treibt jeden auf der Erdfläche befindlichen Körper nach einer auf diese Fläche lothrechten Richtung. Wird dieses Bestreben durch ein Hinderniß aufgehoben, so entsteht blos **Druck**; kan es frey wirken, so erzeugt es wirkliche Bewegung oder **Fall** nach der Richtung der Schwere; wird es zum Theil gehindert, und kan nur zum Theil wirken, so entstehen Druck und Fall zugleich. Die Kugel, auf der Hand getragen, **drückt** die Hand; frey gelassen **fällt** sie lothrecht herab; auf einer schiefen Fläche rollt sie schief herab, und drückt zugleich die Fläche mit einem Theile ihres Gewichts.

Man kan die Betrachtung des Falls der Körper so abtheilen, daß zuerst der **freye Fall** (descensus liber), und dann der Fall **auf vorgeschriebenen Wegen** (descensus non liber) untersucht wird.

Freyer Fall der Körper.

Die Gesetze des freyen Falles der Körper sind folgende:

I. **An eben demselben Orte der Erde fallen alle Körper**, große und kleine, schwere und leichte, **mit einerley Geschwindigkeit.** Der Centner fällt in gleicher Zeit eben so tief, als das Quentchen. Denn man wird ohne Zweifel zugeben, daß hundert gleich große und gleich schwere Steine, einer so geschwind, als der andere fallen, und daß es hiebey keinen Unterschied macht, ob sie einander berühren oder nicht, ob sie unter einander zusammenhängen oder nicht. Wenn also 99 davon zusammenhängen, oder einen einzigen ausmachen, so wird dieser große Stein darum nicht geschwinder fallen, als der einzelne hundertste, ob jener gleich 99mal schwerer, als dieser, ist, s. **Kraft, beschleunigende.** Daß aber bey wirklicher Anstellung des Versuchs im luftvollen Raume, leichtere Körper langsamer fallen, als schwere, ist blos eine Wirkung des Widerstandes der Luft, und gehört nicht zur Betrachtung des freyen Falles an sich.

Aber die Worte: **an eben demselben Orte der Erde**, sind ein sehr nothwendiger Zusatz. Unter dem Aequator fallen alle Körper langsamer, und unter den Polen der Erde schneller, als in unsern Gegenden, weil dort die Schwere eines jeden Theils der Materie geringer oder größer, als hier ist.

II. **Der Fall der Körper ist eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.** Dies lehrt nicht allein die Erfahrung, sondern es läst sich auch daraus schon vermuthen, weil die Schwere, als eine absolute Kraft, in alle Körper, ruhende und bewegte, unaufhörlich und immer gleich stark wirket, folglich in jedem Zeittheile der schon erlangten Geschwindigkeit immer gleiche Zusätze nach einerley Richtung beyfügt. Dies ist aber die Entstehungsart der gleichförmig beschleunigten Bewegung, s. **Beschleunigung.**

Mithin gelten von dem freyen Falle der Körper alle Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung, die bey dem Worte: **Bewegung gleichförmig beschleunigte**, erwiesen worden sind. Die Geschwindigkeit an jeder Stelle verhält sich, wie die vom Anfange des Falls verflossene Zeit; die **zurückgelegten Räume verhalten sich, wie die Quadratzahlen der Zeiten**, ingleichen, wie die Quadratzahlen der Geschwindigkeiten; die Theile des Raums, die in einer Secunde nach der andern durchlaufen werden, wachsen wie die ungeraden Zahlen, 1, 3, 5, 7 u. s. f.; und der Körper fällt in einer gegebnen Zeit nur halb so tief, als ihn in eben der Zeit seine zuletzt erlangte Geschwindigkeit führen würde. Kurz, es ist in den beym Worte: **Bewegung**, festgesetzten Bezeichnungen und Einheiten

$$s = g t^2 \text{ und } v = 2 g t,$$

wo s den Raum, t die Zeit, v die zuletzt erhaltene Geschwindigkeit, g den in der ersten Secunde zurückgelegten Raum, oder die Hälfte der in 1 Secunde erhaltenen Geschwindigkeit bedeutet.

III. **In der ersten Secunde fallen die schweren Körper bey uns, durch 15, 625 rheinländische Fuß.** Man kan also g in Tausendtheilen des rheinl. Fußes ausgedrückt, = 15625 setzen. Bey Rechnungen, die keine große

Schärfe erfordern, kan man es = 15 par. Fuß (eigentli[c]
15,0957) annehmen. So fallen die Körper nach II. in d[er]
zwoten Secunde 3×15 oder 45, in der dritten 5×15 od[er]
75, in der vierten 7×15 oder 105 Fuß; und in vier Se[-]
cunden zusammen durch 16×15 oder 240 Fuß. Decha[-]
les (Mund. mathem. To. II.) gab zwar seinen Versuche[n]
gemäß $g = 16\frac{1}{2}$ Schuh an; allein die hier angeführte Be[-]
stimmung, welche Huygens aus Versuchen mit dem Pen[-]
del gezogen hat, ist weit genauer und richtiger, s. Pendel.

Geschichte dieser Gesetze.

Von den Zeiten des Aristoteles an bis an das End[e] des sechszehnten Jahrhunderts hat man sich von den Gese[-]tzen der Bewegung überhaupt die sonderbarsten und irrigste[n] Vorstellungen gemacht. Die Peripatetiker glaubten, di[e] Geschwindigkeit des Falles verhalte sich, wie das Gewich[t] der Körper, und der zehnmal schwerere falle zehnmal schnel[-]ler, als der leichtere. Dies war eine sehr falsche Anwen[-]dung des metaphysischen Grundsatzes, daß sich die Wirkung, wie ihre Ursache, verhalte. Man vergaß dabey, daß das zehnmal größere Gewicht die Bewegung, die es erzeugt, auch einer zehnmal größern Masse mitzutheilen hat, und daß bey dieser Vertheilung auf jeden Theil der Masse nicht mehr Geschwindigkeit kömmt, als er durch sein Gewicht al[-]lein, und ohne Verbindung mit den übrigen, ebenfalls würde erhalten haben. Es ist das eben so viel, als ob man sich einbilden wollte, zehn gleich geschickte Läufer könnten zusammen einen Weg schneller zurücklegen, als einer von ihnen allein.

Diesen Irrthum der aristotelischen Physik nahm der große Galilei schon zu der Zeit wahr, als er noch zu Pisa die Philosophie studirte. Er vertheidigte damals die rich[-]tigere Meinung in den gewöhnlichen Disputirübungen gegen seine Lehrer. Kaum aber war er selbst zum Lehrer auf die[-]ser hohen Schule ernannt, als er sich öffentlich gegen die[-]sen und viele andere Sätze der peripatetischen Physik erklär[-]te. Er ließ von der Kuppel der dasigen Kirche Körper von sehr ungleichem Gewicht herabfallen, die doch den Boden

fast zu gleicher Zeit erreichten, wenn nur ihre Materien nicht allzusehr an Dichtigkeit verschieden waren. Diese Versuche machten großes Aufsehen, und zogen ihrem Urheber so viel Feinde zu, daß er sich bewogen fand, Pisa zu verlassen und die ihm angetragne Lehrstelle in Padua anzunehmen. In der Folge hat er diesen Satz unter andern auch durch den Versuch mit zwey Pendeln von gleicher Länge erwiesen, welche ihre Schwingungen mit einerley Geschwindigkeit verrichten, ob sie gleich mit verschiedenen Gewichten beschweret sind.

Eben so unrichtig waren die ehemaligen Vorstellungen von der Beschleunigung des Falles. Man hatte dieses Phänomen aus mancherley Ursachen hergeleitet, und nach mancherley Gesetzen erfolgen lassen. Die Peripatetiker sahen die Schwere als eine verborgene Qualität an, schrieben allen Körpern ein inneres Bestreben nach dem Mittelpunkte zu, und glaubten, sie eilten desto schneller nach demselben, je näher sie ihm kämen. Einige unter ihnen nahmen die Luft zu Hülfe, welche durch ihr Zusammenfahren hinter dem fallenden Körper denselben nach Art eines Keils fortstoßen, und dadurch seine Bewegung von Zeit zu Zeit beschleunigen sollte. Dieser Ursache hatte **Aristoteles** selbst die Fortdauer aller Bewegungen zugeschrieben. Noch andere erklärten den Fall aus dem Drucke der Luft, und die Beschleunigung daraus, daß der Körper von desto höhern Luftsäulen gedrückt werde, je tiefer er herabkomme, oder daß die Luftsäulen lauter nach dem Mittelpunkte convergirende Linien wären, daher der Mittelpunkt den ganzen Druck der flüßigen Masse zu tragen habe, und ein Körper desto stärker gedrückt werde, je näher er dem Mittelpunkte komme.

Was die Gesetze der Beschleunigung betrift, so war es die gemeine Meinung, daß die Geschwindigkeit in dem Verhältnisse des zurückgelegten Raumes zunehme; daß nemlich der Körper, wenn er durch vier Fuß gefallen sey, viermal so viel Geschwindigkeit erlangt habe, als am Ende des ersten Fußes — eine Meinung, die auf den ersten Blick ganz einfach, und natürlich scheint, in der That aber etwas Un-

mögliches und Widersprechendes enthält. Andere glaubten, die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume nähmen zu, wie die Segmente einer durch den sogenannten güldnen Schnitt (media et extrema ratione, sectione aurea s. divina) getheilten Linie, d. h. so, daß sich das kleinere Segment zum größern, wie dieses zur ganzen Linie, oder zur Summe von beyden, verhielte: oder daß der Raum des Falls in der ersten Secunde sich zum Raume in der zwoten verhielte, wie dieser zum ganzen Raume in zwo Secunden u. s. f. Diese leere Einbildung gründete sich blos auf die chimärischen Vollkommenheiten, die man dieser Art von Theilung der Linien beylegte, von welcher einige Geometer eigne Bücher geschrieben haben.

Galilei hingegen kam auf den glücklichen und richtigen Gedanken, daß die Geschwindigkeit beym Falle im Verhältnisse der verfloßnen **Zeit** zunehmen müsse. Ohne Zweifel ward er hierauf durch Nachdenken geleitet. Da die Körper von der Schwere nie verlassen werden, und also in jedem Zeittheile einen neuen Eindruck von derselben erhalten, der sich mit der Wirkung der vorigen verbindet, so folgert man hieraus bald, daß die Geschwindigkeit, welche die Schwere mittheilt, im ersten Zeittheile einfach, im zweyten doppelt, im dritten dreyfach u. s. f. sey, daß sie sich also überhaupt, wie die vom Anfange des Falls verfloßne Zeit verhalten werde. Inzwischen wählte **Galilei** beym Vortrage der Sache einen andern Weg. Er nimmt den Satz anfänglich blos als Hypothese an, untersucht dann geometrisch, was für Gesetze des Falls der Körper daraus folgen, zeigt nun aus Erfahrungen, daß diese Gesetze wirklich beym Falle statt finden, und schließt endlich daraus, daß der angenommene Satz nicht blos Hypothese, sondern ein wirkliches Naturgesetz sey.

So trägt **Galilei** diese von ihm schon um das Jahr 1602 erfundenen Wahrheiten in seinen Gesprächen über die Bewegung vor. (Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Mecanica ed i muovimenti locali. Leid. 1638. 4. und in den Opere di Galileo Galilei. Firenze, 1718. To. I. III. gr. 4. To. II. p

479.) Er bedient sich bey der geometrischen Untersuchung der Gesetze, die aus seiner Voraussetzung folgen, der Methode des Untheilbaren, fast eben so, wie bey dem Worte; Bewegung, gleichförmige, gleichförmig beschleunigte, aus Musschenbroek angeführt worden ist, leitet daraus die Gesetze für den Fall auf schiefen Flächen her, und erzählt alsdann zur Bestätigung derselben seine auf einer schiefen Fläche angestellten Versuche, aus welchen er noch eine Menge nützlicher und merkwürdiger Sätze herleitet.

Diese Theorie des Galilei fand, wie man leicht denken kan, anfänglich viele Widersprüche, ob sie gleich auch von dem berühmten Torricelli (De motu gravium naturaliter descendentium et projectorum, libri duo. Florent. 1641. 4.) mit der möglichsten geometrischen Eleganz vorgetragen ward. Unbegreiflich aber ist es, wie Baliani, einer der besten Geometer und Physiker der damaligen Zeit (De motu naturali gravium fluidorum ac solidorum, Genuae 1646. 4.), der selbst des Galilei Theorie vorträgt und schön beweiset, dennoch sagen konnte, es sey möglich, daß sich die Geschwindigkeiten des Falles, wie die zurückgelegten Räume, verhielten. Diese Aeußerung eines so guten Mathematikers war den Peripatetikern sehr willkommen; sie legten sogar diesem sehr alten Satze den Namen der Hypothese des Baliani bey.

Diese Hypothese hat allerdings etwas scheinbares, und Galilei gestehet selbst, daß er sich eine Zeit lang nicht von ihr habe losreißen können. Endlich drang doch sein Scharfsinn hindurch, und er widerlegt sie schon in seinen Gesprächen auf eine sinnreiche Art, indem er zeigt, daß sie bey der Anwendung auf den Fall der Körper mit sich selbst streite, weil aus ihr folgen würde, daß der Körper durch vier Fuß in eben der Zeit falle, in welcher er durch einen Fuß fällt. Blondel (Anciens mém. de l'Acad. des Sc. à Paris, To. VIII.) hat zwar in diesen Schlüssen des Galilei einen Paralogismus finden wollen; allein sie sind sehr richtig, und von Gassendi durch eine strenge geometrische Prüfung vertheidiget worden. Um das Widersprechende der Balianischen Hypothese in der möglichsten Kürze zu übersehen, darf man

sie nur mit der beym Worte: **Bewegung, gleichförmi-ge**, beygebrachten Formel $ds = vdt$ vergleichen, welche f alle Bewegungen gilt. Wenn sich nach Baliani v wie verhielte, oder $v = ms$ wäre (wo m blos eine beständi Größe, oder den unveränderlichen Exponenten eines Ve hältnisses bedeutet), so wäre die Formel $ds = msd$ mithin

$$\frac{ds}{s} = mdt$$

welches so integrirt, daß $s = 0$ für $t = 0$, oder daß der Kö per als aus der Ruhe fallend betrachtet wird,

$$t = \infty + \frac{\text{log. nat. s.}}{m}$$

d. h. für jeden durchlaufenen Raum die Zeit unendlich gro giebt. Mithin würde der Körper nach diesem Gesetze au den kleinsten Raum erst in unendlich langer Zeit, d. i. ni mals, durchlaufen, d. i. es wäre gar kein Fall der Körp möglich. Inzwischen haben sich doch noch lange nachh Vertheidiger der Hypothese des Baliani gefunden. De eifrigste, darunter war der **P. Casree**, dessen übel angestel te Versuche und Fehlschlüsse von **Gassendi** und **Ferma** widerlegt worden sind.

Riccioli (Almagestum novum L. II. C. 21. prop. 4. und **Grimaldi** suchten die Wahrheit der galileischen Sätz durch Versuche zu erweisen, welche, wie es scheint, mi vieler Sorgfalt angestellt worden sind. Sie bedienten sic zum Zeitmaaße eines Pendels, dessen Schwingungen nu $\frac{1}{6}$ Sec. dauerten. Sie ließen von verschiedenen genau abge messenen Höhen Kugeln von Kreide, welche 8 Unzen wogen herabfallen, und fanden durch wiederholte Versuche, da dieselben in Zeiträumen von 5, 10, 15, 20, 25 Schwingungen durch Räume von 10, 40, 90, 160, 250 römischen Schuhen und in Zeiten von 6, 12, 18, 24, 26 Schwingungen, durc Räume von 15, 60, 135, 240, 280 Schuhen fielen. Dies stimmt zwar mit der Theorie aufs vollkommenste überein allein Versuche dieser Art sind nie zuverläßig; man kan nicht sicher seyn, ob der Augenblick, da der Körper den Bo

den berührt, genau mit dem Ende einer Vibration zusammen treffe, und die Geschwindigkeit des Falls ist so groß, daß in einem sehr kleinen Theile einer Schwingung ein beträchtlicher Raum durchlaufen werden kan. Auch haben andere Beobachter die Uebereinstimmung der Versuche mit der Theorie nicht so vollkommen gefunden. **Dechales** (Mundus Mathem. To. II. Statica L. II. prop. 1.) maß die Räume des Falles während der Schwingungen eines Pendels, das halbe Secunden schlug, und fand den Fall von kleinen Kieselsteinen in Zeiträumen von 1, 2, 3, 4, 5, 6 Schwingungen, $4\frac{1}{4}$, $16\frac{1}{2}$, 36, 60, 90, 123 Schuh, statt daß er nach den galileischen Sätzen $4\frac{1}{4}$, 17, $38\frac{1}{4}$, 65, $106\frac{1}{4}$, 153 Schuh betragen sollte. Er bemerkt aber sehr richtig, daß diese Abweichung dem Widerstande der Luft zuzuschreiben sey: sie würde ohne Zweifel weniger betragen haben, wenn er anstatt der kleinen Kieselsteine Bleykugeln gebraucht hätte.

Da es aus den angegebnen Ursachen nicht möglich ist, die Theorie durch Versuche mit lothrecht fallenden Körpern genau zu prüfen, so haben sie die Physiker durch mancherley andere Versuche bestätiget. Die stärkste Ueberzeugung gewähren die Pendel, s. **Pendel**. Es folgt aus der Hypothese des Galilei, und aus dieser allein, daß sich die Anzahl der Schwingungen, welche ungleich lange Pendel in gleichen Zeiten machen, umgekehrt, wie die Quadratzahl der Länge der Pendel, verhalten müsse, wenn nur die Schwingungen sehr klein sind. Eben dies zeigen aber auch die Versuche mit der grösten Genauigkeit.

Eine andere sehr sinnreiche Probe hat der **P. Sebastien** (Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1699.) angegeben. Auf der Fläche des parabolischen Conoids ABD (Taf. VIII. Fig. 12.), welches durch die Umdrehung der Parabel ADC um ihre Axe AC entstanden ist, werde ein spiralförmiger Gang EFGHIB ausgehölet, welcher an allen Stellen einerley Winkel mit dem Horizonte macht; so läst sich erweisen, daß nach der galileischen Theorie ein Körper, der in diesem Gange herabrollt, alle Umgänge der Spirale in gleichen Zeiten zurücklegen muß. Dies zeigt aber auch die Er-

fahrung. Wenn man eine kleine Kugel von E auslaufen läßt, und wenn diese in G ist, in E eine zweyte nachschickt, hierauf, wenn diese in G ist, in E eine dritte ꝛc. nachfolgen läßt, so bleiben alle diese Kugeln stets gerade über einander, so hoch auch der ganze Körper seyn mag. **Varignon** (Mém. de l'Acad. 1702.) zeigt im Allgemeinen, daß ein Körper, der diese Eigenschaft haben soll, aus der Umdrehung einer Curve entstehen müsse, in der sich die Abscissen und Ordinaten, wie die Räume und Geschwindigkeiten beym Falle verhalten. Bey der Parabel verhalten sich die Abscissen, wie die Quadrate der Ordinaten; da also bey dem von ihr erzeugten Körper der Versuch zutrift, so müssen sich die Räume beym Falle, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten, welches Galilei's Gesetz ist. Wäre Baliani's Hypothese die richtige, so müste der Körper ein gewöhnlicher geometrischer Kegel seyn, bey welchem aber der Versuch gewiß nie zutreffen wird.

Von den Aenderungen, die der Widerstand der Luft und anderer Mittel in diesen Gesetzen macht, s. d. Art. **Widerstand.**

Zusammengehörige Höhen und Geschwindigkeiten.

Nach den vorgetragenen Gesetzen wird ein Körper, wenn er durch den Raum $s = gt^2$ gefallen ist, die Geschwindigkeit $v = 2gt$ erhalten haben, deren Quadrat $v^2 = 4g^2t^2$ oder $= 4gs$ ist. Daher $v = 2\sqrt{gs}$.

Wäre er also durch einen Raum, den wir h nennen wollen, oder von der Höhe h herabgefallen, so würde seine dadurch erlangte Geschwindigkeit, welche c heißen mag, $= 2\sqrt{gh}$ seyn.

$$c^2 = 4gh \text{ und } h = \frac{c^2}{4g}$$

Ex. Ein schwerer Körper fällt 10 rheinl. Schuh hoch herab. Diese Höhe ist (in Tausendtheilen des rheinl. Schuhes ausgedrückt) = 10000. Also ist das Quadrat der Geschwindigkeit, die er durch diesen Fall erlangt oder $c^2 = 4.15625.10000$, und die Geschwindigkeit selbst $= 2.125.100 = 25000$. D. h. sie ist so groß, daß er mit derselben in 1 Sec. Zeit durch 25 rheinl. Schuh gehen würde.

Oder: Die Geschwindigkeit eines Körpers soll = 25000 seyn. Wie hoch muß er herabfallen, um dieselbe zu erhalten? Die Antwort ist: durch $\frac{c^2}{4g}$ oder $\frac{25000.\ 25000}{4.\ 15625}$ = 10000, d. i. durch 10 rheinl. Schuh.

Man nennt die **Höhen des Falles** und die dadurch erlangten **Geschwindigkeiten** zusammengehörige. So sagt man, die Fallhöhe von 10 Schuh **gehöre** der Geschwindigkeit 25000, und diese Geschwindigkeit **gehöre** jener Höhe zu. Einige der vornehmsten Schriftsteller über die höhere Mechanik, z. B. **Euler** (Mechanica, Petrop. 1736. To. I. et II. gr. 4.) und **Kästner** (Anfangsgründe der höhern Mechanik, Göttingen, 1766. 8.) haben die meisten mechanischen Formeln so eingerichtet, daß darinn nicht die Geschwindigkeiten selbst, sondern die denselben zugehörigen Fallhöhen (altitudines celeritatibus debitae) vorkommen. **Euler** aber hat in der nachher herausgegebnen Mechanik der festen Körper (Theoria motus corporum solidorum s. rigidorum. Rostoch. et Gryphiswald. 1765. 4.) die Formeln wieder so eingerichtet, daß darinn die Geschwindigkeiten selbst vorkommen, die er eben so, wie hier geschehen ist, durch die Räume ausdrückt, welche mit ihnen in der Zeit 1 gleichförmig zurückgelegt werden.

Fall auf vorgeschriebenen Wegen.

Wenn ein schwerer Körper auf einer glatten Unterlage herabrollet und alle Hindernisse der Bewegung, z. B. Reiben, Widerstand der Mittel u. dgl. außer Betrachtung gelassen werden, so kan nur ein Theil der Schwere auf seine **Bewegung** wirken, der übrige Theil bewirkt **Druck** gegen die Unterlage. Auch kan der Fall selbst nicht lothrecht geschehen; die Unterlage nöthigt den Körper auf ihr zu bleiben, und schreibt ihm gleichsam den Weg vor, den er nehmen muß.

Es sey AMB Taf. VIII. Fig. 13. ein lothrechter Durchschnitt einer solchen Unterlage, auf welcher ein Körper aus A herabfällt. Die Natur der krummen Linie AMB sey

durch die Gleichung zwischen AP = x; und AM = s gegeben, wobey Mp das Differential von x oder = dx, Mm = ds ist. Der fallende Körper lange in M mit der Geschwindigkeit v an. Wenn ihn nun seine Schwere, die wir als beschleunigende Kraft hier = 1 setzen, in M nach MF zu treibt, er aber der Unterlage wegen im nächsten Zeittheile dt keinen andern Weg, als durch Mm = ds nehmen kan, so fragt man, was dadurch in seiner Geschwindigkeit geändert werde, und welchen Raum s er in der Zeit t auf diese Art durchlaufe, d. h. man sucht Gleichungen zwischen v, s und t.

Die Schwere = 1, welche den Körper nach MF treibt, läst sich in die Kräfte MN und NF zerlegen, wovon die erste MN eine Normalkraft, oder auf die Unterlage, auf den Weg des Körpers senkrecht ist. Diese wirkt blos Druck gegen die Unterlage, und ändert nichts in der Bewegung des Körpers. Die zwote aber NF, ist eine Tangentialkraft, und dem Wege des Körpers an dieser Stelle, oder dem Elemente Mm, parallel. Diese ändert also mit ihrer ganzen Stärke des Körpers Geschwindigkeit. Sie verhält sich zur Schwere oder zu 1, wie NF: MF, d. i. (wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke MFM und pMm) wie pM: Mm oder wie dx: ds. Ihre Größe ist also $= \frac{dx}{ds}$, und sie bringt in dem Zeittheile dt (in welchem eine jede beschleunigende Kraft f die Geschwindigkeit 2gfdt erzeugt, s. **Kraft, beschleunigende**) die Geschwindigkeit $2g\frac{dx}{ds}dt$ hervor, welches $= \frac{2gdx}{v}$ ist, weil man bey allen Bewegungen ds = vdt setzen kan, s. **Bewegung, gleichförmige.** Um so viel ändert sich also die Geschwindigkeit des Körpers an jeder Stelle M durch die Wirkung seiner Schwere, oder es ist

$$dv = \frac{2gdx}{v} \text{ und } 2vdv = 4gdx.$$

woraus durch Integration, weil der Körper von A aus gefallen seyn soll, also für $x=0$ auch $v=0$ wird

$$v^2 = 4gx \text{ und } v = 2\sqrt{gx}$$

folget.

Vergleicht man dieses mit dem freyen Falle durch AP, durch welchen der Körper eine Geschwindigkeit $= 2\sqrt{g.AP}$ erhält, so findet man unser v oder die Geschwindigkeit in M, $= 2\sqrt{gx}$; jener gleich, weil $AP = x$, d. h. auf was für einem Wege auch ein Körper fallen mag, **so ist seine Geschwindigkeit an jeder Stelle M, derjenigen gleich, welche der Fallhöhe AP, oder der lothrechten Höhe seines Falles von A bis M zugehört.**

Wenn man aus der Gleichung für die Linie AMB, x durch s ausdrückt, und diesen Werth von x in der Formel $2\sqrt{gx}$ substituiret, so erhält man eine Gleichung zwischen v und s. Der so gefundene Werth von v in die Formel $vdt = ds$ gesetzt, giebt eine Differentialgleichung zwischen ds und dt, aus welcher durch Kunstgriffe der Integralrechnung auch die Gleichung zwischen s und t, oder zwischen Raum und Zeit gefunden werden kan. Der folgende Abschnitt giebt hiervon ein Beyspiel.

Fall auf schiefen Ebnen.

Fällt ein Körper auf einer schiefen Ebne AMB, Taf. VIII, Fig. 14., welche gegen den Horizont BC unter dem Winkel o geneigt ist, so ist AMB eine gerade Linie, und die Gleichung zwischen AP und AM oder zwischen x und s wird

$$AP = \sin o \times AM \text{ oder } x = s.\sin o.$$

$$\text{Daher } v = 2\sqrt{gs.\sin o.}$$

Dies in die Formel $ds = vdt$ gesetzt, giebt $ds = 2\sqrt{gs.\sin o.}\, dt$, woraus nach gehörigem Integriren

$$s = g.\sin o.\, t^2,$$

$$\text{also } v = 2g.\sin o.\, t \text{ wird.}$$

Vergleicht man dies mit den Formeln für den freyen Fall, welche $s = gt^2$ und $v = 2gt$ sind, so sieht man, daß der freye Fall, und der auf der schiefen Ebne völlig nach ei-

nerley Gesetzen erfolgen; nur der letztere in dem Maaße lang samer, in welchem der Sinus des Neigungsmittels o ge ringer ist. Auch hier verhält sich v wie t, oder die Geschwin digkeit, wie die Zeit, s wie t^2, oder die Räume, wie di Quadratzahlen der Zeiten, und mit der zuletzt erlangte Geschwindigkeit 2 g. sin o. t würde der Körper in der Zeit den Raum 2 g. sin o. t^2, d. i. das doppelte s, zurücklegen. Der Unterschied ist nur dieser, daß wenn z. B. der Winke $o = 30°$, also sein Sinus $= \frac{1}{2}$ wäre, der Körper in 1 Secun de statt 15 Schuh nur $\frac{1}{2}$. 15 oder $7\frac{1}{2}$, in 2 Secunden stat 60 Schuh nur 30 u. s. f. zurücklegen würde.

Hieraus wird es begreiflich, wie **Galilei** die Gesetz des Falles, da er den freyen Fall wegen seiner allzugroße Geschwindigkeit unzuverläßig fand, durch das langsamen Herabrollen auf einer schiefen Ebne prüfen konnte. Er lie in dieser Absicht in einer 12 Ellen langen, eine halbe Ell hohen, und 3 Zoll breiten Pfoste auf ihrem obern schmale Rande einen 1 Zoll breiten Canal aushölen, den er de Glätte halber mit Pergamen ausfütterte. Diese Pfost konnte er mit dem einen Ende nach Gefallen eine oder meh rere Ellen über den Horizont erhöhen, und die Zeit bemer ken, in der eine glatte messingne Kugel entweder durch de ganzen Canal oder durch einen gewissen Theil desselben her unter lief. Die Zeit maß er durch das Gewicht des Wa sers, welches während derselben aus dem Boden eines seh breiten Gefäßes durch ein Röhrchen abgelaufen war. E versichert, bey mehr als hundertfältigen Wiederholunge den Raum jederzeit dem Quadrate der Zeit proportiona d. i. in doppelter Zeit viermal so groß u. s. w. gefunden z haben.

Unter die merkwürdigen Sätze, welche schon **Galile** aus den Gesetzen des Falles auf der schiefen Ebne gefolger hat, gehört auch der **vom Falle durch die Sehnen ei nes Kreises.** Es sey Taf. VIII. Fig. 15. ABMD di Hälfte eines Kreises, dessen Durchmesser AD = a ist. Nac den Gesetzen des freyen Falles fällt ein Körper von A au bis nach D, oder durch den Raum a in der Zeit T =

Durch die Sehne AB = s wird er in der Zeit $t = \sqrt{\frac{s}{g \sin o}}$ fallen. Nun verhält sich aber jede Sehne AB zum Durchmesser, wie ihre Hälfte oder wie der Sinus des halben Bogens AB zum Halbmesser oder Sinus totus; auch ist der halbe Bogen AB das Maaß des Winkels o. Daher s : a = sin o : 1. Hieraus folgt $\frac{s}{\sin o} = a$, mithin t = T, oder: der Fall durch die Sehne AB dauert eben so lange, als der freye Fall durch den lothrechten Durchmesser AD. Und da man dies von allen Sehnen eben so beweisen kan, so fällt der Körper von A aus durch alle Sehnen des Kreises AB, AM u. s. w. in gleichen Zeiten.

Eben so lange aber dauert auch sein Fall durch die Sehnen BD und MD, wenn er von B oder M aus zu fallen anfängt. Denn auch hier wird der Winkel o oder MDE durch den halben Bogen MD gemessen, und die Sehne selbst verhält sich zum Durchmesser, wie ihre Hälfte zum Halbmesser, oder wie sin o : 1; daher alle vorige Schlüsse auch hier gelten. Es ist also ein allgemeiner Satz: **Durch Sehnen im Halbkreise fällt ein Körper in eben der Zeit, in der er durch den vertikalen Durchmessen fällt.**

Unter diese Sehnen gehört auch noch die letzte gleichsam **verschwindende**, die man sich gedenken kan, wenn M so nahe man immer will, an D gerückt wird. So klein diese letzte Sehne auch seyn mag, so dauert doch der Fall durch sie so lange, als der durch AD. Es könnte vielleicht befremden, daß hiebey der Fall durch einen unendlich kleinen Raum dennoch eine endliche Zeit erfordert; allein wenn man bedenkt, daß die Schwere eines Körpers, der zunächst an D liegt, fast ganz Normalkraft ist, oder Druck auf die Unterlage bewirkt, und nur ein unendlich kleiner Theil, als Tangentialkraft, auf die Entstehung des Falls verwendet wird, so ist sehr begreiflich, daß diese unendlich kleine Kraft, um den Fall durch einen unendlich kleinen Raum zu bewirken, dennoch eine endliche Zeit braucht.

Fall auf krummen Linien.

Bey bestimmten krummen Linien werden die Rechnungen, durch welche man die Gleichungen zwischen s und t findet, zu weitläuftig, als daß es möglich wäre, hier etwas davon beyzubringen. Ich begnüge mich daher, einige Resultate derselben mitzutheilen, weche den Fall durch Bogen des Kreises und der Cykloide betreffen.

Durch EA, Taf. VIII. Fig. 16., den **Bogen eines Kreises**, welcher $DA = a$ zum Durchmesser hat, fällt ein schwerer Körper in einer Zeit, welche durch das Produkt der unendlichen Reihe $1 + \frac{1}{4}\frac{AG}{a} + \frac{9}{64}\frac{AG^2}{a^2}$ u. s. f. in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ ausgedrückt wird, wo π die Ludolphischen Zahlen für den Umkreis vom Durchmesser 1 bedeutet.

Durch den **Quadranten** BA also, für welchen sich AG in $AC = \frac{1}{2}a$ verwandelt, ist die Zeit des Falles $= \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}\,(1 + \frac{1}{4}.\frac{1}{2} + \frac{9}{64}.\frac{1}{4} \ldots.)$. Da, wie man bald übersieht, $\frac{1}{4}\pi$ oder 0, 785 ... in die Reihe multiplicirt noch nicht völlig 1 giebt, so ist diese Zeit kleiner, als $\sqrt{\frac{a}{g}}$, oder als die Zeit des Falls durch den Durchmesser DA, oder durch die Sehne BA. Also kömmt der Körper von B aus in kürzerer Zeit nach A, wenn er durch den Quadranten BEA fällt, als wenn er durch die Sehne BA herabgeht, obgleich die Sehne kürzer als der Quadrant ist. **Galilei**, der diesen Satz schon kannte, erwies auch, daß der Fall durch den Quadranten weniger Zeit erfordere, als der durch zwo, drey oder mehrere darinn gezogene Sehnen; er irrte aber in dem hieraus gezogenen Schlusse, daß der Quadrant die Curve sey, welche den Körper von A bis B in der kürzesten möglichen Zeit führe.

Durch einen **unendlich kleinen Bogen**, oder durch das Element eA, wofür AG verschwindet, und die Reihe

sich in 1 verwandlet, fällt der Körper in der Zeit $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
also verhält sich **die Zeit des Falles durch den Durchmesser** DA, welche $=\sqrt{\frac{a}{g}}$ ist, **zur Zeit des Falles durch den unendlich kleinen Bogen**, wie $1:\frac{1}{4}\pi$, oder fast wie 1000:785. Der Fall durch die unendlich kleine Sehne eA dauert eben so lange, als der durch DA; mithin fällt der Körper auch durch den verschwindenden Bogen in kürzerer Zeit, als durch die verschwindende Sehne.

In der **Cykloide** oder **Radlinie** BMEA, Taf. VIII. Fig. 17., welche beschrieben wird, wenn der Kreis vom Durchmesser DA = a an einer geraden Linie hinrollt, fällt der schwere Körper durch jeden Bogen, wie BA, MA, EA etc. in **gleicher Zeit**, nemlich in der Zeit $\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$. Dieser Eigenschaft wegen heißt diese merkwürdige Curve **die Linie von einerley Zeiten des Falles** (Linea tavtochrona). In ihr dauert der Fall durch den endlichen Bogen EA eben so lange, als der durch den unendlich kleinen Bogen eA. **Huygens** hat dies bey Untersuchung der Cykloide zuerst entdeckt, und Anwendungen davon auf die Pendel gemacht, s. **Pendel**.

Zugleich ist diese Zeit die **kürzeste mögliche**, in welcher ein schwerer Körper von B nach A, von M nach A u. s. w. fallen kan. Daher ist die Cykloide zugleich eine **Linie des kürzesten Falles**, s. **Brachystochronische Linie**.

Montucla hist. des mathematiques P. IV. L. 5.

Kästners Anfangsgr. der höhern Mechanik an mehrern Stellen.

Farben, Colores, *Couleurs*. Eigenschaften der verschiedenen Theile des Lichts, gewisse Empfindungen in uns zu erregen, wenn sie durch die Brechung oder durch andere Ursachen von einander gesondert oder nach verschiedenen Verhältnissen vermischt, in unser Auge kommen. Ich ge-

stehe gern, daß ich alle Mängel dieser Definition fühle; es ist aber unmöglich, eine bessere zu geben. Die Farbe, als Erscheinung betrachtet, ist blos Sache des Gesichts, die sich durch Worte nicht erklären läßt; will man sie aber als Wirkung einer physischen Ursache definiren, so muß man schlechterdings eine oder die andere Hypothese einmischen. Man kan alsdann nicht sagen, was Farben sind, sondern nur, wofür sie dieser oder jener Naturforscher halte.

Nach **Newtons** Theorie entsteht die **weiße** Farbe, wenn alle, die **schwarze**, wenn gar keine, die **rothe, gelbe, grüne, blaue**, wenn nur diejenigen Theile des Lichts ins Auge kommen, welche das Vermögen besitzen, die Empfindung der genannten Farben zu erregen.

Plutarch (De placitis philosophorum L. I. c. 15.) hat uns einige sehr dunkle Begriffe der Alten von den Farben aufbehalten. Die **Pythagoräer**, sagt er, nannten Farbe die Oberfläche der Körper, **Empedokles**, was mit den Ausflüssen des Gesichts übereinstimmt, **Plato** eine Flamme von den Körpern, deren Theile mit dem Gesichte symmetrisch sind. Richtiger hat **Epikur** gelehrt, daß die Farbe nichts eigenthümliches der Körper sey, sondern von gewissen Lagen ihrer Theilchen gegen das Auge herrühre. Dies folgte aus seiner Lehre von den Atomen, die er ungefärbt annahm, und **Lukrez** führt zur Erläuterung davon die Farben der Taubenhälse und Pfauenschwänze an. **Aristoteles** (De mente L. II. c. 7.) sagt, Licht sey das Durchsichtige, Farbe, was das Durchsichtige in Bewegung setzt. **Seneca** (Quaest. natur. L. I. c. 7.) bemerkt, daß das Licht der Sonne, wenn es durch ein eckigtes Stück Glas fällt, alle Farben des Regenbogens spiele. Er erklärt aber dies für falsche Farben, dergleichen man auch an dem Halse der Tauben sehe, oder an einem Spiegel, der die Farbe eines jeden Körpers annehme, ob er gleich selbst farbenlos sey. Die Peripatetiker nahmen bis zum siebzehnten Jahrhunderte die Farbe für eine den Körpern wesentlich zugehörige Eigenschaft an, ohne weiter viel belehrendes darüber zu sagen; manche unter ihnen betrachteten sie als einen Ausfluß

aus den Körpern, andere als eine Mischung von Licht und Schatten, noch andere leiteten sie von einem salzigen oder metallischen Principium her.

Descartes, der die scholastische Physik so eifrig bestritt, kam in seiner 1637 erschienenen Dioptrik der Wahrheit in so fern näher, daß er die Farben nicht für Eigenschaften der Körper, sondern für Wirkungen eines zwischen den Körpern und dem Auge befindlichen Mittels, des Lichts, erklärte. Da er sich aber von der Natur des Lichts eigne Vorstellungen machte (s. **Licht**), so fiel auch seine Erklärung der Farben sehr willkührlich aus. Er giebt nemlich den Theilen des Lichts zweyerley Bewegungen, eine fortgehende und eine umdrehende. Ist die letztere stärker, als die erste, so soll daraus die rothe, ist die erstere stärker, die blaue, und sind beyde gleich, die gelbe Farbe entstehen. Die übrigen setzt er aus Mischungen dieser drey Farben zusammen. Uebrigens macht er die nicht ganz unrichtige Bemerkung, daß **Weiß** die auffallenden Stralen unverändert zurückschicke, **Schwarz** dieselben auslösche oder erstické, die übrigen Farben aber sie verändert zurücksenden.

Der erste, der die Erfahrung über die Farben zu Rathe zog, war **Boyle** (Historia colorum experimentalis incepta. in Opp. Boylii Genev. 1680. 4.). Obgleich seine Versuche kein zusammenhangendes System ausmachen, so haben sie ihn doch auf einzelne sehr richtige Gedanken geleitet. Er hält die Farben nicht für inhärirende Eigenschaften der Körper, glaubt aber doch, daß sie großentheils von der Lage der Theile auf der Oberfläche abhangen, und in einer Modification des von dieser Fläche zurückgeworfenen Lichts bestehen. Er führt hierüber viele Beyspiele, besonders die Farben des Stahls beym Härten, und die so schön glänzenden Regenbogenfarben auf der Oberfläche des geschmolzenen Bleys an. Ueber den Unterschied zwischen Weiß und Schwarz erklärt er sich, wie **Descartes**, weil weißes Papier sich durch ein Brennglas sehr schwer entzünde, ein schwarzer Handschuh hingegen an der Sonne sehr brenne, ein Brennspiegel von schwarzem Marmor gar nicht zünde, und die schwarz gefärbte Hälfte eines Dachziegels

weit heißer werde, als die rothe. So führt er auch an daß schwarz ausgeschlagene Zimmer mehr wärmen, und schwarz gefärbte Eyer an der Sonne gesotten werden können

D. Hook (Micrographia, p. 64.) nimmt blos Blau und Roth als Hauptfarben an, und läßt die übrigen aus der Vermischung dieser beyden entstehen. Blau, sagt er, ist die Wirkung einer schiefen und unregelmäßigen Erschütterung auf der Netzhaut, wo der schwächere Theil vorangeht und der stärkere nachfolgt; Roth hingegen eben dies, wenn der stärkere Stoß vorangeht, und der schwächere folgt. Er machte in Rücksicht auf diese Theorie den Versuch mit zwey hohlen prismatischen Gläsern, wovon eins mit blauer Kupfersolution, das andere mit rother Aloetinktur gefüllt ist. Jedes einzeln genommen ist vollkommen durchsichtig, beyde zusammengehalten, werden undurchsichtig.

So stand es um die Erklärung der Farben, als Newton, dessen Talente für die Experimentalphysik eben so groß waren, als sein geometrischer Scharfsinn, im Jahre 166 die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen entdeckte, die Verbindung derselben mit den Farben wahrnahm, und darauf sein vortrefliches System über die Farben baute, welches eine ausführlichere Erklärung erfordert.

Newtons Entdeckungen über die Farben.

Newtons bey dem Worte: **Brechbarkeit**, angeführte Versuche beweisen ohne Widerrede, daß sowohl das Sonnenlicht, als das von den Körpern zurückgeworfene nach Beschaffenheit seiner Farbe, eine verschiedene Brechbarkeit besitze, und nach Beschaffenheit seiner Brechbarkeit eine verschiedene Farbe zeige. Er begleitete daher die Nachrichten von seinen Versuchen über das Licht, die er der königlichen Societät der Wissenschaften mittheilte (s. Philos. Transact. Num. 80. sqq. 1672 – 1688. Abhandlungen aus den Philos. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. I. B. S. 19 u. f.), sogleich mit folgenden Gedanken über die Beschaffenheit der Farben, die er auch in seiner Optik (L. I. P. 2 durch besondere Versuche erwiesen hat.

1) Farben sind nicht Modificationen des Lichts durch die Brechung und Zurückwerfung, sie sind vielmehr ursprüngliche und eigenthümliche Eigenschaften desselben, die in verschiedenen Stralen verschieden sind. Einige Lichtstralen besitzen das Vermögen, die Empfindung der rothen Farbe, und keiner andern, andere die der grünen, und keiner andern, u. s. f. zu erregen. Nicht blos die kenntlichsten Abstufungen, **Roth**, **Orange**, **Gelb**, **Grün**, **Blau**, **Indigo**, **Violet**, haben ihre eigenen Stralen, durch die sie hervorgebracht werden, sondern auch alle dazwischen fallende Schattirungen haben dergleichen.

2) Mit demselben Grade der Brechbarkeit ist allezeit dieselbe Farbe verbunden, und umgekehrt.

3) **Ein gleichartiges** oder **einfaches** Licht (lumen homogeneum), welches aus lauter Stralen von gleicher Brechbarkeit besteht, verändert seine Farbe weder durch Brechung noch durch Zurückwerfung, noch durch sonst eine bekannte Ursache. Newton nahm mit solchem gleichartigen Lichte mancherley Veränderungen vor (Optice L. I. P. II. prop. 2.), er konnte aber nie eine neue Farbe daraus erzwingen. Durch Zusammenziehung oder Zerstreuung ward die Farbe zwar lebhafter oder matter: aber die Gattung blieb unveränderlich.

4) Durch Vermischung ungleichartiger Lichtstralen lassen sich Farben erzeugen, die zwar den Farben des einfachen oder gleichartigen Lichts dem Scheine nach ähnlich sind, aber nicht das unwandelbare des einfachen Lichts besitzen. So erscheint blaues und gelbes Pulver, wohl vermischt, dem bloßen Auge grün, und doch sind die Farben der einzelnen Theile nicht verändert, weil sie durchs Mikroskop noch immer blau und gelb erscheinen. Roth und gelb geben vermischt eine Farbe, die dem einfachen Orange gleicht, durchs Prisma aber sich wieder in die einfachen Gattungen, aus denen sie besteht, nemlich in Roth und Gelb zerlegen läst.

5) Die Farben des einfachen Lichts, welche durch die Brechung im Prisma hervorgebracht werden, heißen **einfache, ursprüngliche, prismatische Farben, Grund-**

farben. Ihre Ordnung, von der geringsten Brechbarke angefangen, ist Roth, Orange, Gelb, Grün, Bla Indigo, Violet, nebst einer unendlichen Menge dazw schen fallender Schattirungen. Die nach Num. 4. durc Vermischung hervorgebrachten heißen **gemischte, zusam mengesezte**, und sind zum Theil den einfachen ähnlich.

6) Farben, die in der Reihe der prismatischen nich allzuweit aus einander liegen, geben vermischt eine Farb die der mittlern prismatischen ähnlich ist. So giebt Rot und Gelb Orange, Gelb und Blau Grün u. s. w. Die geschieht aber nicht, wenn sie weit aus einander liegen Orange und Indigo giebt nicht Grün; Roth und Blau nich Gelb u. s. f.

7) Die **weiße** Farbe entsteht aus einer im gehörige Verhältnisse gemachten Mischung **aller** einfachen Farben In einem wohl verfinsterten Zimmer mache man in den Fensterladen eine Oefnung G (Taf. VIII. Fig. 18.), etw $\frac{1}{3}$ Zoll weit, stelle vor dieselbe ein reines helles Prism ABC, und lasse das Sonnenlicht durch die Oefnung auf sel biges fallen, so werden die rothen Stralen nach T, die vio letten nach P zu gebrochen werden, s. **Brechbarkeit.** Dar auf stelle man ein Brennglas DE, von etwa 3 Fuß Brenn weite in einer Entfernung von 4 — 5 Fuß hinter das Prisma so daß die Farben aller Stralen das Glas treffen, und in Vereinigungspunkte F, welcher hier etwa 10 bis 12 Fu weit fallen wird, zusammen kommen. Fängt man sie i diesem Punkte F mit einem Bogen weißen Papiers auf, s werden alle zusammengemischte prismatische Farben ei **weißes** Licht geben. Wenn man das Papier hin und he beweget, so wird man nicht allein den Ort treffen, wo di Weiße am vollkommensten ist, sondern man wird auch se hen, wie sich das Farbenbild der Weiße allmählich nähert und wie die Stralen jenseits F wieder aus einander gehen und bey TP wiederum das vorige Farbenbild, nur in umge kehrter Stellung zeigen, so daß jezt die rothe Farbe bey T oben, die violette bey P unten erscheint. Werden eine ode mehrere Farben aufgefangen, ehe sie nach F kommen, s

wird in F statt der Weiße eine andere gemischte Farbe entstehen.

Weiß ist also eine Vermischung aller Lichtstralen von allen Farben, in ihrem gehörigen Verhältnisse. Ist bey dieser Mischung eine Gattung der einfachen Farben in größerer Menge da, als das Verhältniß erfordert, so neigt sich das Licht nach dieser Farbe hin, wie z. B. die blaue Flamme des Schwefels, die gelbe der Kerzen u. dgl.

So scheint auch der Schaum des Seifenwassers weiß, indem die einzelnen Bläschen desselben alle Farben des Prisma zeigen. Mischt man aber farbige Pulver, welche einen großen Theil des auf sie fallenden Lichts verschlucken, so erhält man kein glänzendes Weiß, sondern eine graue, gleichsam aus Weiß und Schwarz gemischte Farbe. Diese ist jedoch vom Weißen nur in der Menge des zurückgeworfenen Lichts, nicht aber in der Gattung, verschieden. Newton (Optice L. I. p. 2. prop. 5. Exp. 15.) strich eine Mixtur von Operment, Purpur, Bergblau und Grünspan auf einen Fleck der Wand, den die Sonne beschien, klebte darneben im Schatten ein gleich großes weißes Papier, und fand in einer Entfernung von 12 — 18 Schuhen beyde gleich weiß.

Diese Sätze von den Farben, welche auf keiner Hypothese über die Natur derselben, sondern unmittelbar auf den Versuchen selbst beruhen, wendet nun ihre vortreflicher Erfinder auf die Erklärung einiger Erscheinungen an. Er redet zuerst von den bunten Rändern des Farbenbildes, welches vom Prisma entworfen wird (s. **Farbenbild**), und dann vom Regenbogen. Vom ersten will ich hier nur folgendes beybringen.

Ein heller Körper auf einem dunklen, oder ein dunkler auf einem hellen Grunde, durch ein Prisma betrachtet, muß mit einem **farbigen Rande** umgeben scheinen. Eigentlich umgiebt der Rand allemal das Helle, und ist an der Seite, die gegen den brechenden Winkel des Prisma zu liegt, violet und nach innen blau, an der aber, die sich vom brechenden Winkel abkehrt, roth, und nach innen gelb. Denn an derjenigen Seite, die auf den brechenden Winkel

zu liegt, können von den letzten Stralen des Hellen nur d
brechbarsten, d. i. die violetten und wenige blaue das Au
noch erreichen, die übrigen gehen bey dem Auge vorbe
auf der andern Seite hingegen erreichen von den Stral
des hellen Randes nur noch die am wenigsten brechbare
d. i. die rothen, und wenige gelbe, das Auge, die übrig
treffen dasselbe auch nicht mehr. Dem zu Folge muß d
viereckigte Feld eines Fensters, durch ein Prisma, dess
Schärfe man unterwärts kehret, unten einen violetten un
blauen, oben einen rothen und gelben Rand zeigen. B
trachtet man nun ein Fensterbley, wie CDEF, Taf. VII
Fig. 20, d. i. einen dunkeln Gegenstand zwischen zwo helle
Scheiben A und B, so schreibt man die bunten Ränder, d
eigentlich von den hellen Feldern A und B herrühren, der
dunklen Körper CDEF zu, und sieht also oben bey C
einen blauen Rand mit einem violetten Streifen darunter
bey EF aber einen rothen, und um diesen einen gelbe
Rand. Kehrt man die Schärfe des Prisma aufwärts, s
verwechseln sich die Farben der Ränder CD und EF.

Newton kömmt nunmehr auf die Farben der **natür lichen Körper**. Er erklärt die Entstehung derselbe (Opt. L. I. P. 2. prop. 10.) dadurch, daß gewisse natürli che Körper diese oder jene Gattung von Stralen häufige zurückwerfen, als die übrigen. Mennige, sagt er, schein roth, weil sie die rothen Stralen am häufigsten zurückwirft Die Veilchen werfen die violetten Stralen häufiger zurück als die übrigen, und erhalten daher ihre Farbe. Eben so geht es mit allen andern Körpern. Jeder Körper wirft die Stralen, die seine Farbe haben, häufiger zurück, als die übrigen, und erhält seine Farbe eben dadurch, daß diese Stralen in dem zurückgeworfenen Lichte den größten Theil ausmachen.

Zur Bestätigung hievon führt er an, daß jeder Körper in dem Lichte, welches mit seiner Farbe gleichartig ist, am lebhaftesten und glänzendsten aussehe, und daß flüs sige Körper ihre Farbe mit der Dicke ändern. So scheint in einem kegelförmigen Glase, das man zwischen das Licht und das Auge hält, ein rother Liquor, unten am

Boden, wo er dünn ist, blaßgelb, etwas höher orangegelb, weiter hinauf roth, und wo er am dicksten ist, dunkelroth. Diese Verschiedenheit rührt doch von nichts andern her, als daß ein solcher Liquor blos gelbe und rothe Stralen durchläst und zurückwirft, mehr oder weniger, je nachdem er dicker oder dünner ist. Hieraus erklärt er auch den oben angeführten Versuch des D. Hook, da zwey Prismen mit blauen und rothen Liquoren, einzeln durchsichtig, zusammengehalten undurchsichtig sind. Wenn der eine Liquor nur allein blaue, der andere nur allein rothe Stralen durchläst, so können beyde zusammen gar kein Licht mehr durchlassen.

Die nicht durchgelassenen oder zurückgeworfenen Stralen werden nach seiner Meinung in dem Innern der Körper so lange hin und her zurückgeworfen, bis sie endlich gleichsam vernichtet oder verschluckt sind. Sind die Körper dünn, so geht oft noch etwas von diesem Lichte hindurch. Wenn man eine Lichtflamme durch ein dünnes Goldblättchen betrachtet, so sieht sie grünlichblau aus; also nimmt dichtes Gold die blauen und grünen Stralen in sich, und sendet nur die gelben zurück.

In den bisherigen Sätzen ist nichts hypothetisches, nichts, was die Erfahrung nicht bestätigte. Dennoch fanden dieselben eine Zeit lang häufigen Widerspruch. Einigen wollten **Newtons** Versuche im dunklen Zimmer, welche freylich viel Genauigkeit und Sorgfalt erfordern, nicht gelingen, andere verstanden seine Meinung gar nicht. Es ist sehr lehrreich und unterhaltend, in den Philosophischen Transactionen (Abhandl. zur Naturgesch. und Physik aus den Philos. Trans. I. B. I. Th. Leipz. 1779. gr. 4. S. 200 u. f.) die Schriften zu lesen, welche Newton darüber mit dem P. **Pardies**, **Mariotte**, **Linus**, **Gascoigne**, und **Lucas** gewechselt hat. Mit unermüdeter Geduld und Herablassung beschreibt er die richtige Art, diese Versuche anzustellen, und seine Theorie zu prüfen, bis auf die kleinsten Umstände, und bleibt bey allen, oft sehr groben, Mißverständnissen seiner Gegner immer der gelassene, seiner Größe und der Güte seiner Sache sich bewußte Philosoph.

Nur dann wird er empfindlich, wenn man ihm bloße Hypothesen entgegensetzt, oder, wie der P. Pardies gethan hatte, seine Theorie eine Hypothese nennt. „Ich bin überzeugt, sagt er, daß meine Theorie nichts weiter, als gewisse und bewiesene Phänomene des Lichts enthält, und wäre dies nicht, so würde ich sie als eine unnütze Speculation verworfen, und nicht einmal als Hypothese angenommen haben.“

Newtons **entscheidender** Versuch (experimentum crucis), den ich bey dem Worte **Brechbarkeit** Num. 2. angeführt habe, und der zugleich das Unwandelbare der einfachen Farben erweiset, ward bey diesen Streitigkeiten vorzüglich mißverstanden und übel angestellt, so deutlich ihn auch sein Erfinder beschrieben hatte. Daher blieb die Frage, ob die Grundfarben des Prisma wirklich unwandelbar wären, eine lange Zeit im Zweifel, bis endlich **Desaguliers** die newtonischen Versuche vor der königlichen Societät der Wissenschaften zu London anstellte, und eine umständliche Nachricht hievon (Philos. Trans. 1716.) bekannt machte, worinn ihre Richtigkeit durch unverwerfliche Zeugnisse bestätigit ist. Dennoch fanden diese Versuche noch einen eifrigen Gegner an dem Italiäner **Rizzeti** (Act. Erud. Lips. Suppl. Tom. VIII. p. 127.), welcher sie bey angestellter Wiederholung zum Theil falsch, zum Theil ohne Beweiskraft gefunden haben wollte, und andere anführte, die ihnen entgegen zu seyn schienen. Die newtonische Theorie ward dagegen von **Georg Friedrich Richter**, Professor der Moral zu Leipzig, (Act. Erud, l. c. p. 226. sqq.) sehr geschickt vertheidigt. **Rizzeti's** Einwürfe bezogen sich zum Theil darauf, daß das bloße Auge, in welchem doch das Licht auch gebrochen wird, keine farbigen Ränder und andere Wirkungen der verschiedenen Brechbarkeit zeige. Dies heißt, sagt **Richter**, sich auf ein sehr zusammengesetztes Werkzeug, das man gar nicht genau kennt, berufen, gegen Versuche, die mit einem höchst einfachen Werkzeuge angestellt sind; es ist eben so viel, als ob man die Grundsätze der Mechanik läugnen wollte, weil man in einer sehr zusammengesetzten Maschine Abweichungen von

ihnen wahrnimmt. **Rizzeti** erneuerte jedoch seine Angriffe im Jahre 1727 in einem eignen Werke (De luminis affectionibus, Venet. 8.), wodurch **Desaguliers** bewogen ward, die bestrittenen Versuche im Jahre 1728 nochmals vor der königlichen Societät anzustellen, und einige neue hinzuzufügen, welche die Zweifel dieses Gegners gänzlich aus dem Wege räumen. In Frankreich ließ der Cardinal **Polignac**, so sehr er auch sonst den Lehren des Descartes ergeben war, die newtonischen Versuche mit vielen Kosten durch **Ganger** wiederholen. Sie fielen sehr glücklich aus, und der Cardinal, der hierüber ein Danksagungsschreiben von Newton erhielt, würde ihre Beschreibung seinem Antilucrez beygefügt haben, wenn ihn nicht der Tod übereilt hätte. Seitdem sind sie von mehrern Experimentatoren wiederholt worden, besonders vom Abt **Nollet**, der sich fast durch den ganzen fünften Band seiner Leçons de Physique mit ihnen beschäftiget. Einen sehr eifrigen Gegner haben sie noch an **Gautier** (Chroagenesie ou generation des couleurs contre le systeme de *Newton*. Paris 1750. 10.) gefunden, der sich aber durch diesen Angrif keinen Ruhm in der Geschichte der Physik erworben hat.

Es gehört zu diesen Versuchen nicht allein ein sehr wohl verfinstertes Zimmer (Newton hatte das seinige mit schwarzem Tuch ausgeschlagen), damit sich kein fremdes Licht von den Seiten her einmische, sondern auch ein ganz reines und helles, aufs vollkommenste geschliffenes und polirtes Prisma, dessen brechender Winkel wenigstens 60° hält. Ob sie gleich selten mit aller nöthigen Vorsicht angestellt werden können, so sind sie doch durch mehrere öffentlich bekannt gewordene Prüfungen bestätiget, und werden so wenig mehr bezweifelt, als die Schwere der Luft oder die Gesetze des Falles der Körper.

Versuche über die Farben dünner Körper.

Bis hieher hatte **Newton** sich ganz allein an die Erfahrung gehalten. Wir folgen ihm nun in ein anderes dunkle-

res Feld, wo er zwar dieser Führerin noch immer nachgeht, aber doch viele Lücken durch Muthmaßungen ausfüllt, wo er sich noch immer als einen vortreflichen Physiker zeigen, aber uns doch bey weitem nicht so, wie bisher, befriedigen wird.

Schon Boyle und Hook hatten bemerkt, daß dünne durchsichtige Körper, besonders Seifenblasen, nach Maaßgabe ihrer Dicke, verschiedentlich gefärbt scheinen, und erst, wenn sie ziemlich dick sind, farbenlos werden. Dies leitete Newton auf die Vermuthung, daß dünne Körper oder Scheiben allezeit gewisse von ihrer Dicke abhängende Farben zeigen würden. Von ohngefähr drückte er einmal zwey Prismen, deren Seitenflächen etwas convex waren, hart an einander, und fand, daß sie an der Berührungsstelle vollkommen durchsichtig wurden, als ob sie nur ein einziges zusammenhängendes Glas wären, so daß diese Stelle, wenn man darauf sahe (cum inspiceretur), wie ein dunkler schwarzer Fleck, und wenn man hindurch sahe (cum transspiceretur), wie ein Loch erschien, durch das man die Gegenstände sehen konnte, und das gleichsam aus der Luftscheibe herausgeschnitten war, welche vor dem Zusammendrücken zwischen beyden Prismen gelegen hatte. Als er nun beyde Prismen ein wenig um ihre gemeinschaftliche Axe drehte, so zeigten sich eine Menge schmaler gefärbter Bogen, welche sich bey weiterer Umdrehung endlich in bunte den durchsichtigen Fleck umgebende Ringe verwandelten, die er sogleich für die natürlichen Farben der dünnen zwischen beyden Gläsern liegenden Luftscheibe annahm. Dieses letzte aber ist bloße, vielleicht nicht einmal richtige, Muthmaßung.

Um die Untersuchung zu verfolgen, nahm er zwey Linsengläser, ein planconvexes, und ein auf beyden Seiten erhabenes von 50 Schuh Brennweite, legte das letztere auf die ebne Seite des ersten, und drückte beyde gelind gegen einander. Hiebey sahe er aus dem Mittelpunkte der Gläser verschiedene farbige Ringe, einen nach dem andern, her-

vorkommen, die sich, je mehr er drückte, ihrem Durchmesser nach immer erweiterten, ihrer Breite nach aber immer mehr zusammenzogen, bis endlich die Zusammendrückung einen gewissen Grad erreicht hatte. Nun entstanden weiter keine neuen Farbenringe; vielmehr zeigte sich der schwarze durchsichtige Fleck im Mittelpunkte, und die Farbenringe erweiterten sich blos dem Durchmesser nach. In diesem Zustande war die Ordnung der Farben in jedem Ringe vom Mittelpunkte aus gegen den Umfang zu gerechnet, folgende. Im ersten: Schwarz, blau, weiß, gelb, roth; im zweyten Violet, blau, grün, gelb, roth; im dritten Purpur, blau, grün, gelb, roth; im vierten Grün, roth; im fünften Grünlich Blau, roth; im sechsten Grünlich Blau, blaßroth; im siebenten Grünlich Blau, röthlich weiß. Eben diese Erscheinungen mit eben der Ordnung der Farben zeigten sich an allen erhabenen Gläsern, wenn sie nur nicht allzu kleinen Kugeln zugehörten, weil sich sonst die Farbenringe zu sehr zusammenzogen und unsichtbar wurden; es war also kein zufälliges Phänomen, sondern die Wirkung einer regelmäßigen und bleibenden Ursache.

Newton maß die Halbmesser dieser Ringe an den Stellen, wo sie am glänzendsten schienen, und fand, daß sich ihre Quadrate, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, verhielten. Hingegen fand er die Quadrate der Halbmesser von den dunkeln Zwischenräumen zwischen jedem Paare von Ringen, vom dunkeln Flecke im Mittel an gerechnet, im Verhältnisse der geraden Zahlen 0, 2, 4, 6, 8, 10.

Da er sie nun von der Dicke der Luftscheibe zwischen beyden Gläsern herleitete, wovon das eine eine ebne Oberfläche hatte, daß sich also die Abstände der Gläser von einander, oder die Dicken des dazwischen liegenden Luftscheibchens, an den Stellen der Farbenringe ebenfalls, wie die ungeraden, und an den Stellen der dunkeln Zwischenräume, wie die geraden Zahlen, verhielten, so gründete er darauf folgende

Berechnung. Aus dem Durchmesser der Convexität obern Glases, welcher 101 Schuh betrug, bestimmt die wirkliche Dicke des Luftscheibchens an jeder Stelle, fand sie für die hellste Stelle des ersten Rings $\frac{1}{178000}$ mithin für die des zweyten $\frac{3}{178000}$ Zoll u. s. w. Hier maß er auch die Durchmesser der Ringe für jede Farbe besondere, und bestimmte durch eine ähnliche Rechnung Dicke der Luftscheiben, welche eine jede Farbe zurückwer Fast eben diese Resultate fand er auch, wenn er andere Glä von bekannten Durchmessern gebrauchte, und bey der ihm gebrauchten Vorsicht darf man nicht zweifeln, diese Bestimmungen so genau sind, als sie nur der geschi teste Beobachter machen kan.

Er brachte nunmehr statt der Luft einen Wassertropf zwischen beyde Gläser. Dadurch zogen sich die Ringe, oh die Ordnung der Farben zu verändern, in dem Verhäl nisse 8 : 7 zusammen. Hieraus folgt, daß sich die D cke der Wasserscheiben zu der Dicke der Luftscheiben, we che eben dieselben Farben hervorbringen, wie 49 : 64, d. wie 3 : 4 verhalte. Dies ist aber das Brechungsverhäl niß für Wasser und Luft, s. **Brechung der Lichtstralen** Dadurch hält er sich für berechtigt anzunehmen, die Dick eines Glasscheibchens, welches eben die Farbe zeigt, se $\frac{20}{31}$ des Luftscheibchens, weil das Brechungsverhältniß au Glas in Luft 20 : 31 ist.

Hierauf gründet sich folgende Tabelle (Optic. L. II P. 2. p. 195.), worinn die Dicken der Luftscheiben unmittelba aus Versuchen und Berechnung bestimmt, die der Wasser scheibe aber = $\frac{3}{4}$, und die der Glasscheiben = $\frac{20}{31}$ von jenen angenommen sind, alles in Milliontheilchen eines englischen Zolls.

Farben		Dicke der farbigen Luft	Scheiben von Wasser	Glas
	Sehr schwarz	0, 5	0,37	0,32
	Schwarz	1	0,75	0,66
	Schwärzlich	2	1, 5	1, 3
der ersten Ordnung.	Blau	2, 4	1, 8	1, 5
	Weiß	5,25	3, 8	3, 4
	Gelb	7, 1	5, 3	4, 6
	Orange	8	6	5, 1
	Roth	9	6,75	5, 8
	Violet	11, 1	8, 3	7, 2
	Indigo	12, 8	9, 6	8, 1
	Blau	14	10, 5	9
der zwoten	Grün	15, 1	11, 3	9, 7
	Gelb	16, 3	12, 2	10, 4
	Orange	17, 2	13,	11, 1
	Hellroth	18, 3	13,75	11, 8
	Scharlach	19, 6	14,75	12, 6
	Purpur	21	15,75	13, 5
	Indigo	22, 1	16, 5	14,25
	Blau	23, 4	17, 5	15, 1
der dritten	Grün	25, 2	18, 9	16,25
	Gelb	27, 1	20, 3	17, 5
	Roth	29	21,75	17, 7
	Bläulich roth	32	24	20, 6
	Bläulich grün	34	25, 5	22
der vierten	Grün	35, 3	26, 5	22,75
	Gelblich grün	36	27,	23, 2
	Roth	40, 3	30,25	26
der fünften	Grünlich blau	46	34, 5	29, 6
	Roth	52, 5	39, 4	34
der sechsten	Grünlich blau	58, 7	44	38
	Roth	65	48,7	42
der siebenten	Grünlich blau	71	53, 2	45, 8
	Röthlich weiß	77	57, 7	49, 6

Um endlich auch die Farben zu bestimmen, w
Scheibchen eines dichtern Mittels annehmen, wenn sie
einem dünnern umgeben sind, untersuchte er eine gewö
che Seifenblase. Er brachte dieselbe unter ein sehr d
sichtiges Glas, und beobachtete die Reihen von Farben,
che auf ihrer Oberfläche entstanden, indem das Wasserh
chen durch das Ablaufen an den Seiten immer dünner w
Er fand, daß eben die Farben, welche in voriger Tabelle
gezeigt sind, nur in umgekehrter Ordnung, in Gestal
Ringe vom obersten Punkte der Blase ausgiengen,
sich gegen die untere Fläche verbreiteten, wo sie en
verschwanden; so daß die Blase, indem sie immer dü
ward, eben die Farben zeigte, wie die Luft oder das W
zwischen den zusammengedrückten Gläsern. Nur waren
Farben der Blase lebhafter.

Newton wagte es also, aus der Dicke eines durch
tigen Scheibchens auf die Farbe, die es zurückwirft,
umgekehrt aus der Farbe auf die Dicke zu schließen,
die Farben der natürlichen Körper aus der verschiedenen
cke und Dichtigkeit ihrer kleinsten Theilchen oder Sch
chen, die er sämtlich für durchsichtig annimmt, herzulei
Eine rothe Farbe z. B., die so lebhaft ist, daß man sie
dritten Ordnung rechnen kan, wird durch Scheibchen
vorgebracht werden, deren Dicke, wenn sie die Dichtig
des Wassers haben, 21 Milliontheilchen des englischen Z
les betragen wird. Er giebt hieraus einige Erklärun
von Phänomenen, z. B. von den Farben der Wolken,
wandelnden oder schillerndern Körper u. dgl.

Endlich sieht er es als eine Folge seiner Versuche
daß jeder Lichtstral bey dem Durchgange durch eine brech
de Fläche eine gewisse veränderliche Beschaffenheit ze
vermöge welcher er durch die nächste vorliegende brech
de Fläche entweder leichter durchgehe, oder leichter zurüc
worfen werde. Diese Beschaffenheiten wechseln nun be
Fortgange des Strals in demselben Mittel beständig
Geht z. B. ein Lichtstral in dünne Scheiben von den Dicken
1, 2, 3, 4, 5, 6 2c. so wird er bey den Dicken 0, 2, 4, 6 du
gelassen, bey den Dicken 1, 3, 5 aber zurückgeworfen. M

ton nennt dieses **Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens** (Vices facilioris reflexionis vel transmissionis, *Accès de facile reflexion ou transmission*, im Engl. Fits of easy reflexion or transmission).

Diesemnach werden unter mehrern Stralen, die auf eine Fläche fallen, diejenigen zurückgesandt, welche eben im Zustande des leichtern Zurückgehens sind, die aber durchgelassen, die sich gerade im Zustande des leichtern Durchgehens befinden. Daß diese abwechselnden Anwandlungen des Lichts schon beym Ausgange aus dem leuchtenden Körper anfangen, sieht Newton zwar als wahrscheinlich an; allein es läst sich damit nicht wohl vereinigen, wie das Durchlassen gleichwohl von der Dicke des Scheibchens abhangen könne; man müste denn annehmen, daß die Brechung oder Zurückwerfung erst an der hintern Fläche des Scheibchens geschehe. Auch müssen diese Abwechselungen der Willigkeit durchzugehen oder zurückzuprallen, in Zwischenräumen geschehen, welche nur $\frac{1}{178000}$ Zoll, und beym Glase und Wasser noch weniger austragen. Alles dies erregt allerdings Erstaunen, und scheint kaum glaublich. Man muß aber, um gehörig davon urtheilen zu können, Newtons Untersuchungen selbst nachlesen, welche den dritten Theil des zweyten Buchs seiner Optik ausmachen. Wenn sie auch keine Ueberzeugung gewähren, so kan man sich doch nicht enthalten, das große Genie zu bewundern, das aus ihnen allenthalben hervorleuchtet.

Daß aber Newton hiebey sehr vieles Wesentliche übersehen habe, beweisen unter andern die neuern Versuche des Abbé **Nazeas** (Observations sur des couleurs engendrées par le frottement des surfaces planes et transparentes, in den Mém. de l'acad. de Prusse 1752. p. 248. und vermehrt in den Mém. présentés, To. II. p. 26.). Wenn man nemlich zwo polirte Glasplatten an einander reibt, so wird man bisweilen in der Mitte, bisweilen nach dem Rande hin, einen Widerstand fühlen, und da, wo sich dieser äußert, einige rothe und grüne krumme Linien bemerken. Bey längerm Reiben

werden derselben mehr, und sie verwandeln sich endlich in Farbenringe. Dabey hängen die Gläser sehr stark zusammen. Eben dies nebst dem schwarzen Flecke in der Mitte nahm **Mazeas** noch schöner und deutlicher an zwey Prismen wahr, die zusammengelegt ein Parallelepipedum ausmachten. Die Hitze vertrieb diese Farben, obgleich die Gläser noch immer fest zusammen hiengen; nach dem Abkühlen kamen sie wieder zum Vorschein. Hingegen verschwanden die Farben zusammengedrückter Objectivgläser nicht durch die Hitze. Auch konnte er bey flachen Gläsern selbst über dem Feuer die Farben wieder hervorbringen, wenn er sie mit Zangen faßte und aufs neue rieb. **Du Dour** (Mém. présentés, Vol. II. und IV.) hat diese und noch mehrere Versuche hierüber wiederholt. Er bemerkt gegen Newton, daß die Luft zwischen den Gläsern keineswegs die Ursache der Farbenringe sey, daß sie vielmehr die Entstehung derselben hindere, wenn sie sich an das Glas anhängt. An flachen Gläsern nemlich entstehen die Farbenringe nicht eher, als bis die Luft recht vollkommen aus ihrer Stelle vertrieben ist. Auch **Musschenbroeck** (Introd. ad Philos. nat. Vol. II. §. 1837. sqq.) hat über die Farbenringe zwischen erhitzten platten Gläsern Versuche angestellt, die in einigen Umständen von dem, was Mazeas angiebt, abweichen. Er läßt es am Ende ganz unentschieden, woher diese Farbenringe entstehen mögen. Vielleicht lassen sie sich am besten daraus erklären, daß sich das Licht an diesen Stellen im Wirkungsraume zwoer Glasflächen zugleich befindet, daher die Stralen von verschiedener Gattung auf verschiedene Art gebrochen und reflectiret werden.

Der Schluß von der Farbe auf die Dicke des Scheibchens, und der Satz von den Anwandlungen bleibt also noch sehr vielen gegründeten Zweifeln ausgesetzt. So schön und sinnreich diese newtonischen Lehren sind, so erklären sie doch auch die wahre Beschaffenheit der Sache nicht, und haben zu viel Beziehung auf das Emissionssystem, welches im Grunde doch nur eine Vorstellungsart ist, die man über gewisse Grenzen nicht ausdehnen darf.

Hypothesen über das Wesen der Farben.

Newton, vor dessen Zeiten über das Wesen der Farben gar nichts erträgliches gesagt worden ist, trägt in den seiner Optik beygefügten Fragen (Ed. latin. *Samuel Clarke*. Lond. 1706. 4. Quaest. 21. p. 317.), in welchen er sich ganz für das Emissionssystem erklärt, den Gedanken vor, es ließe sich die Verschiedenheit der Farben, und die Entstehung der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts erklären, wenn man annähme, die Lichtstralen bestünden aus **Theilchen von verschiedner Größe**. Alsdann würden die kleinsten Theile die violette, als die dunkelste und schwächste Farbe, geben, und zugleich durch die Wirkung der brechenden Flächen am leichtsten von dem geraden Wege abgelenkt werden: die übrigen Theile hingegen würden so, wie jede Classe derselben größer wäre, die stärkern und lebhaftern Farben, nemlich Blau, Grün, Gelb und Roth geben, auch in eben dem Maaße immer schwerer von ihrem Wege abzulenken, d. i. weniger brechbar seyn. Die Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückprallens zu erklären, dürfe man sich nur die Lichtstralen als kleine Theilchen vorstellen, welche durch ihre Anziehung, oder sonst eine Kraft in den Körpern, auf die sie wirken, Schwingungen erregen; wären diese Schwingungen schneller, als die Stralen selbst, so würden sie die Geschwindigkeit der Stralen abwechselnd schwächen und vergrößern, und also jene Anwandlungen in ihnen erzeugen. Da nun hievon die Farbe dünner Scheibgen abhängt, so werden nach ihm erleuchtete Körper nur diejenigen Gattungen von Stralen zurücksenden, deren Farbe mit der Dicke ihrer dünnsten Blättchen übereinstimmt, oder die beym Eingange in ihre Oberfläche in eine Anwandlung des leichtern Zurückgehens versetzt werden.

Man sieht leicht, daß diese Erklärung allzu gekünstelt ist. Sie läst sich aber einfacher darstellen, wenn man den Begrif von Anwandlungen hinweg läst, und nur folgendes beybehält. Die kleinsten Theilchen des Lichts sind am meisten brechbar, und erregen im Auge die Empfindung von Violet; größere sind weniger brechbar, und erregen andere

Farben, die grösten Theile geben Roth. Ein leuchtender Körper zeigt eine gewisse Farbe, wenn er nur eine Art, oder einige Arten von Lichtstralen aussendet. Ein dunkler zeigt diese oder jene Farbe, wenn seine Oberfläche von dem Lichte, das ihn erleuchtet, nur Stralen dieser oder jener Gattung zurückwirft.

Euler hingegen (Nova theoria lucis et colorum, in Opusc. varii arg. Berol. 1746. 4.), welcher sich einen Lichtstral als eine Reihe von Schlägen auf den Aether vorstellet, setzt das Wesen der Farben in die **Geschwindigkeit**, mit welcher diese Schläge auf einander folgen. Er leitet aus seiner Hypothese über die Ursache der Brechung (s. **Brechung der Lichtstralen**) den Satz her, daß diejenigen Stralen, in welchen die Pulsus schneller auf einander folgen, weniger brechbar seyn müssen, als die, worinn sich die Schläge langsamer succediren; daher er denn dem rothen Lichte die gröste, dem violetten die geringste Geschwindigkeit der Schläge zuschreibt. In einer folgenden Schrift aber (Essai d'une explication physique des couleurs engendrées sur des surfaces extremement minces, Mém. de l'Ac. de Prusse. 1752.) erinnert er, daß man die Sache auch umgekehrt erklären könne, und daß die rothen Stralen wahrscheinlich durch eine kleinere Anzahl von Schwingungen hervorgebracht würden, als die violetten. Es ist kein gutes Symptom bey einer Hypothese, wenn man einerley Sache auf zweyerley ganz entgegengesetzte Arten aus ihr erklären kan.

Das Zusammengesetzte des Sonnenlichts soll nach ihm nicht in der Mischung mehrerer gefärbten Stralen, sondern darinn bestehen, daß die Pulsus desselben nicht alle in gleichen Zeiträumen, sondern manche schneller, manche langsamer, auf einander folgen. Die geschwinder folgenden werden nun weniger, als die übrigen, gebrochen, und so entstehen durch das Brechen aus einem Strale mehrere. Leuchtende Körper zeigen eine gewisse Farbe, wenn ihre zitternden Theile dem Aether Schläge von gewissen Geschwindigkeiten eindrücken. Ist die Bewegung nicht heftig, und folgen sich also die Schläge langsam, so entstehen blaue

Farben, wie bey der Flamme des Weingeists: heftigere und schnellere Schwingungen erzeugen gelbe und rothe Farben. Daher auch die Flamme eines Lichts unten blau, in der Mitte gelb, oben roth ist. Diese Erklärung ist sehr leicht und ungezwungen.

Dunkle Körper sehen roth aus, wenn die meisten Theile auf ihrer Oberfläche die Spannung haben, daß sie dem Aether diejenige Geschwindigkeit eindrücken, welche der rothen Farbe zugehört u. s. w. Weiß ist ein Körper, wenn er dem Aether Schläge mit allerley proportionirlichen Geschwindigkeiten mittheilt; schwarz, wenn er ihm gar keine eindrückt. Ueberhaupt ist nach **Eulern** das Licht, wodurch ein farbiger Körper sichtbar wird, nicht mehr ein Theil desjenigen Lichts, das ihn erleuchtet, sondern es besteht aus neuen auf der Oberfläche des Körpers erst erregten Schwingungen. Zinnober sieht roth aus, nicht weil er einen Theil der Schwingungen des Sonnenlichts zurücksendet, sondern weil die Schläge des Sonnenlichts seine Oberfläche in Bewegung setzen, die in dem Aether hinwiederum neue Schläge mit der zur rothen Farbe erforderlichen Geschwindigkeit hervorbringt. Zurückwerfende und durchsichtige Körper hingegen pflanzen die Schwingungen des auffallenden Lichts selbst fort. So zerfallen alle Körper in Absicht auf das Licht in vier Classen: Leuchtende, Zurückwerfende, Durchsichtige, Undurchsichtige oder Dunkle.

Diese Eulerische Theorie macht aus den Farben für das Auge dasjenige, was die Töne für das Ohr sind, Vibrationen eines elastischen Mittels, die sich mit gewissen Geschwindigkeiten folgen, wobey Violet der tiefere, Roth der höhere Ton, Weiß ein Gemisch von allen Tönen, gleichsam ein Schall ohne bestimmten Ton ist. Dieses ganze System, welches das Licht dem Schalle ähnlich macht, ist in **Eulers** Briefen an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände der Physik und Philosophie (I. Th. 17. u. f. Briefe) sehr faßlich vorgetragen.

Es wird wenige Erscheinungen geben, die sich nicht eben sowohl nach dem Emissionssystem als nach Eulers Theorie

fast mit gleicher Leichtigkeit erklären ließen. Man s. d Artikel: **Licht**. Inzwischen bleibt Eulers Meinung, wo die Farben betrift, dem starken Einwurfe ausgesetzt, da die Brechbarkeit einer Gattung von Stralen gar nicht vo der Brechbarkeit einer andern Gattung abhängt (s. **Fa benzerstreuung**), welches doch wohl geschehen müste, wen Größe der Brechung und Farbe, beydes zugleich, von b stimmten Geschwindigkeiten in der Succeßion der Schlä ge herkäme. Auch läst sich gegen Eulers Farbentheorie e ne wichtige Einwendung daraus herleiten, daß es gemischt Farben giebt, z. B. Grün aus Gelb und Blau, die de einfachen gleich sehen, und doch wesentlich von ihnen unter schieden sind, weil sie sich durchs Prisma wieder in di Grundfarben, aus denen sie entstanden sind, z. B. in Gel und Blau, zerlegen lassen, da die einfache Farbe unzerleg lich bleibt. Denn wenn das, was dem Auge grün scheint Schläge von gewisser Geschwindigkeit voraussetzt und di Größe der Brechung von dieser Geschwindigkeit abhängt wie kan dieselbe in dem einen Falle zwo verschiedene Rich tungen des gebrochnen Lichtstrals veranlassen, und sich in zwo andere Geschwindigkeiten, eine größere und eine klei nere, trennen, im andern Falle aber unverändert bleiben? Oder um das Gleichniß zwischen Farben nnd Tönen beyzu behalten: wie kan aus zween Tönen, die einen musikali schen Accord ausmachen (C und E), etwas entstehen, das einem dritten, zwischen beyde vorige fallenden, Tone D gleich ist? Und, wie kan es einen Fall geben, wo der Ton D in C und E zerlegt wird? Beyde Systeme, sowohl Newtons als Eulers, bleiben also noch immer Schwierigkeiten ausgesetzt, und man muß es unentschieden lassen, ob das Wesen der Farben in der verschiedenen Größe der Theile des Lichts, oder in der verschiedenen Geschwindigkeit der Schläge, oder nach dem Gedanken eines neuern Schriftstellers (Die Erzeugung der Farben, eine Hypothese von **C. F. Westfeld**. Göttingen, 1767. 8.) in der verschiedenen Erwärmung der empfindenden Fasern der Netzhaut bestehe.

Veränderungen der Farben.

Es kan die Lage oder die Spannung der Theile auf der Oberfläche, oder auch im Innern eines Körpers, so geändert werden, daß er dem Auge eine andere Farbe, als vorher, zuschickt. Solche Veränderungen der Farben der Körper bringt die Natur täglich hervor, und die Kunst thut es ebenfalls bey dem **Färben** und **Malen**, wobey die Oberflächen entweder mit Pigmenten bestrichen, oder durch chymische Mitttel auf eine zweckmäßige Art verändert werden. Ein Hauptbuch hierüber ist **Hellots** Färbekunst, aus dem Franz. übersetzt von **Kästner**, Altenburg 1765. 8.

Besonders lassen sich durch Vermischungen verschiedener Liquoren viele auffallende Veränderungen der Farben hervorbringen. Daß die blauen Pflanzensäfte, z. B. der Violensyrup, von den Säuren roth, von den Alkalien hingegen grün gefärbt werden, und daß die Vitriolauflösungen mit den zusammenziehenden Decocten aus dem Pflanzenreiche eine schwarze Farbe oder Dinte geben, ist allgemein bekannt.

Mehrere Veränderungen dieser Art findet man in **Boerhave's** Chemie und **Musschenbroek** (Introd. in Philos. nat. To. II. §. 1845.) angezeigt. Man gieße etwas Weingeist auf rothe Rosen, und lasse ihn nur kurze Zeit darauf stehen, so daß er noch weiß bleibt. Vermischt man ihn alsdann mit einem Tröpfchen von saurem Geiste, z. B. Vitriolöl, Kochsalzgeist, Scheidewasser, in so geringer Menge, daß man es kaum sehen kan, so nimmt der weiße Aufguß augenblicklich die schönste Rosenfarbe an. Tröpfelt man hierauf etwas Potaschenlauge oder Salmiakgeist hinzu, so erhält man ein schönes Grün: vermischt man aber den Rosenaufguß mit aufgelöstem Vitriol, so entsteht eine schwarze Dinte.

Dunkelblaues Papier leicht mit Scheidewasser bestrichen, wird roth. Verdünnt man gewöhnlichen Veilchensyrup mit Wasser, vertheilt ihn in zwey Gläser, und thut zu dem einen eine Säure, zum andern ein Laugensalz hinzu, so wird er in jenem roth, in diesem grün. Gießt man aber beyde zusammen, so erhält man einen blauen Liquor. Löset

man etwas blauen Vitriol in vielem Wasser auf, so daß das Ganze hell und durchsichtig bleibt, und gießt hernach ein wenig Salmiakgeist hinzu, so erhält der Liquor eine schöne blaue Farbe; ein wenig hineingetröpfeltes Scheidewasser nimmt ihm diese wieder, und stellt die vorige Helle und Durchsichtigkeit her. Wenn man in eine Zinnauflösung im Königswasser, welche mit Wasser verdünnt ist, einige Tropfen Goldauflösung fallen läst, so erscheint eine sehr schöne Purpurfarbe, u. s. w. Die Grünspanauflösung wird farbenlos durch Vitriolgeist, purpurfarbig durch Salmiakgeist, wieder durchsichtig durch Vitriolöl. Durch ähnliche Mittel kann man alle Farben darstellen. (S. Farbenverwandlung, oder Anleitung, durch Vermischung zweyer wasserhellen Flüssigkeiten alle Hauptfarben augenblicklich darzustellen von **Tilebein**, in Crells chemischen Annalen von 1785. II. Stück.)

Hieher gehören auch die sogenannten **sympathetischen Dinten**, deren Schrift nur durch gewisse Veranstaltungen sichtbar wird. Man löse Silberglätte in destillirtem Weinessig auf, schreibe die Buchstaben damit, und trockne sie im Schatten, so wird man nichts von ihnen sehen. Taucht man aber einen Pinsel in Kalkwasser, worinn Operment aufgelöset ist, und überfährt sie damit, so werden sie erst gelb, und dann schwarz. Mit Scheidewasser überstrichen verschwinden sie wieder. Man mache eine Goldsolution in Königswasser, ingleichen eine Zinnsolution in eben dergleichen, und verdünne beyde mit fünfmal so viel Wasser. Buchstaben mit der ersten Solution geschrieben und im Schatten getrocknet, bleiben unsichtbar; überfährt man sie aber mittelst eines Pinsels mit der letztern Solution, so werden sie purpurfarbig. — Wird eine Solution von Zinkerz, taubenhälsigem Wismutherz, oder Kobalterz in Scheidewasser, mit Wasser verdünnt, mit Kochsalz vermischt und abgeklärt, so sind die damit geschriebenen Buchstaben unsichtbar, so lange sie kalt sind, werden aber bläulich grün, wenn man sie ein wenig über Kohlen erwärmet, und verschwinden wieder beym Erkalten.

Newton Optice, L. I. P. 2. L. II. P. 1, 2. 3.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, an mehreren Stellen.
Montucla hist. des mathematiques, To. II. P. IV. L. 9.
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg, §. 362—381.
Brisson Dict. rais. de Physique, Art. *Couleurs*.

Farben, zufällige, Colores accidentales, *Couleurs accidentelles*. Erscheinungen von Farben, welche nicht dem Licht eigenthümlich sind, sondern von einer besondern Beschaffenheit oder einem besondern Zustande des Auges herkommen. Man setzt sie den **natürlichen** vom Lichte selbst herrührenden entgegen, von welchen im vorigen Artikel gehandelt worden ist. Herr von **Buffon** (Diss. sur les couleurs accidentelles, in den Mém. de l'Acad. des Sc. 1743. p. 147. übers. im Hamburgischen Magazin, I. Band, S. 425.) hat diesen Unterschied zuerst gemacht, und die Benennung eingeführet; ob er gleich selbst bemerkt, daß D. **Jurin** schon einige hieher gehörige Beobachtungen aufgezeichnet habe.

Als er eine lange Zeit ein rothes Viereck auf einem weißen Grunde angesehen hatte, erschien ihm um dasselbe ein blaßgrüner Rand, und da er nun die Augen weg und auf den weißen Grund wendete, sahe er auf demselben ein grünes Viereck. So brachte Gelb auf weißem Grunde ein blasses Blau, Grün ein blasses Purpur, Blau ein blasses Roth, Schwarz ein helleres Weiß, als der Grund selbst, und Weiß auf schwarzem Grunde ein noch dunkleres Schwarz hervor.

Als er das rothe Viereck auf weißem Grunde wiederum unverwandt betrachtete, zeigte sich zuerst der erwähnte blaßgrüne Rand; hierauf ward das Viereck in der Mitte blaß, und an den Rändern stärker roth, so daß gleichsam ein dunkelrother Rahmen die blässere Mitte zu umgeben schien. Als er sich ein wenig entfernte, theilte sich der dunkelrothe Rahmen an allen vier Seiten in zween Theile, daß dadurch über das Viereck ein eben so dunkelrothes Kreuz gezogen zu werden schien. Er fuhr noch immer fort, darauf zu sehen, und das Ganze verwandelte sich in ein Rechteck, von

gleicher Höhe mit dem Vierecke, aber nur den sechsten The
so breit, und so lebhaft roth, daß es das Auge blendete.

Als er nun das Auge weg auf eine andere Stelle de
weißen Grundes wandte, sahe er daselbst das Bild diese
Rechtecks lebhaft grün. Der Eindruck dauerte sehr lang
und blieb noch im Auge, wenn es geschlossen ward. Aehn
liche Erscheinungen zeigten sich auch, wenn er gelbe un
schwarze Vierecke betrachtete, nur daß der letzte Eindru
alsdann ein blaues oder weißes Rechteck darstellte. Auc
seine Freunde, die diese Versuche nachmachten, sahen ebe
dieselben Erscheinungen.

Fiel die zufällige grüne Farbe, welche von dem An
schauen des rothen entstanden war, auf einen hellrothe
Grund, so verwandlete sie sich in Gelb, die blaue, wen
sie auf einen gelben Grund fiel, ward grün u. s. w. All
diese zufällige Farben rühren augenscheinlich davon her, da
der Eindruck, den die Farben auf der Netzhaut machen
noch eine Zeitlang nach dem Anschauen fortdauret.

Aepinus (Observationes quaedam ad Opticam perti
nentes, in Comm. Petrop. nov. To. X. p. 282.) zieht au
seinen Beobachtungen über die zufälligen Farben den Sat
daß der lebhafte Eindruck, den das Auge durch das Anschau
en der Sonne oder eines leuchtenden Körpers überhaupt e
hält, zuerst ein gelbes, dann ein grünes und zuletzt ein blau
es Bild darstelle — eine Bemerkung, die auch **de la Hir**
(Sur les diff. accidens de la vue, Mém. de l'Acad. de
Sc. 1694.) schon gemacht hat. Man sieht hieraus deut
lich, daß der Eindruck des Lichts, wenn ihn der Gegenstan
selbst nicht mehr unterhält, allmählich schwächer wird, un
erkennt zugleich die Ordnung, in welcher die Farben in Ab
sicht auf die Stärke ihrer Wirkung ins Auge abnehmen.

Beguelin (Sur la source d'une illusion du sens d
la vue, in den Nouv. Mém. de l'Ac. de Prusse. 1771. p. 8
bemerkte einmal, als er die niedrigstehende Sonne im Ge
sicht hatte, und eine im Schatten liegende Schrift las, da
sich die schwarzen Buchstaben in hellrothe zu verwandle
schienen. Er erklärt diese Erscheinung sehr richtig. Wen
man die Sonne im Gesicht hat, schließt man, um das Lich

zu schwächen, die Augen, und der Glanz der Sonne, der durch die mit Blutgefäßen angefüllten Augenlieder fällt, erweckt auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe. Man kan sich hievon versichern, so oft man will, wenn man die zugeschloßnen Augen gegen die Sonne wendet. Sieht man in diesem Zustande des Auges auf eine im Schatten liegende Schrift, so bleibt zwar das Papier wegen der starken Zurückwerfung des Lichtes weiß; die schwarzen Buchstaben aber, welche wenig oder gar kein Licht ins Auge senden, lassen den Stellen der Netzhaut, auf die sie fallen, die Empfindung der rothen Farbe. Vielleicht ist auf diese Art die Erscheinung von Blutstropfen auf den Würfeln entstanden, welche **Heinrich** IV. sahe, als er mit dem Herzog von Guise im Bret spielen wollte, und welche **de Thou** und der P. Daniel erzählen.

Noch einige hiemit zusammenhängende Bemerkungen wird man bey dem Worte: **Gesichtsfehler**, finden.

Farbenbild, prismatisches, gefärbtes Sonnenbild, Imago Solis colorata, Spectrum coloratum, *Image colorée, Spectre coloré.* Wenn man in einem verfinsterten Zimmer das durch ein kleines Loch F (Taf. IV. Fig. 68.) einfallende Sonnenlicht durch ein dreyeckigtes gläsernes Prisma ABC auffängt, so gehen die Stralen, welche vorher parallel waren, nach dem Brechen aus einander, wie AB, CT. Fängt man diese gebrochnen Stralen an der Wand, oder mit einem Papier auf, so machen sie darauf ein länglich viereckigtes Bild PT, das oben und unten mit krummen Linien begrenzt ist, und viele sich in einander verlaufende Farben zeigt, deren kenntlichste Abstufungen, von T bis P gerechnet, Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet sind. Dieses Bild führt den Namen des Farbenbilds.

Obgleich dieses Farbenbild schon längst bekannt gewesen war (s. **Prisma**), so hatte man doch auf die längliche Gestalt desselben keine weitere Aufmerksamkeit gewendet. **Grimaldi** (De lumine, colorib. et iride. Bonon. 1665. 4.) machte zuerst die Bemerkung, daß der Lichtstral durch die

doppelte Brechung beym Ein- und Ausgange im Prisma aus einander gebreitet werde, welches er durch Figuren (p. 235.) ganz wohl erkläret. Er zeigt auch, daß der schiefe Winkel des Prima hiezu wesentlich nothwendig sey, weil beym Durchgange durch ein Glas mit parallelen Flächen die ausfahrenden Stralen den einfallenden parallel und farbenlos seyn würden (p. 272.). Er braucht sogar schon den Ausdruck, daß im Prisma ein Theil des Strales mehr gebrochen werde, als der andere. Aber er versteht hierunter nicht eine verschiedene Brechbarkeit der Theile, aus denen der Stral zusammengesetzt ist, sondern nur der beyden Seiten desselben.

Newton, der sich im Jahre 1666 mit Schleifung optischer Gläser beschäftigte, und sich dabey ein gläsernes Prisma angeschaft hatte, belustigte sich im verfinsterten Zimmer an den lebhaften und brennenden Farben des Bildes, als ihm auf einmal die längliche Gestalt desselben als etwas sehr wunderbares auffiel. Ein leichtes Nachdenken lehrte ihn, daß diese Gestalt nach den gemeinen Gesetzen der Brechung kreisrund seyn sollte, weil die Oefnung im Fensterladen ein Kreis war. Statt dessen fand er die Seiten des Farbenbilds geradlinigt, die Enden mit Halbkreisen begrenzt, und die Länge etwa fünfmal größer, als die Breite. Dies setzte ihn um desto mehr in Verwunderung, da ihm Grimaldi's erst im vorhergehenden Jahre erschienenes Buch noch unbekannt war.

Er gab sich viele Mühe, die Ursache dieser Erscheinung zu entdecken. Zuerst rieth er auf einen Unterschied in der Dicke und Beschaffenheit des Glases, auf Einwirkung der benachbarten Dunkelheit in das Licht, auf allerley zufällige unregelmäßige Ursachen, aber die scharfsinnigen Proben, denen er diese Vermuthungen unterwarf, zeigten ihm, daß sie alle ohne Grund wären. Er stellte daher eine genaue Ausmessung und Berechnung aller bey seinem Versuche vorkommenden Linien und Winkel an, bestimmte daraus das Brechungsverhältniß für das Prisma, wie 31 zu 20, und fand, daß nach den gewöhnlichen Gesetzen das Bild ein Kreis von $2\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser seyn, und einen dem Son-

nendurchmesser gleichen Winkel von 31 Min. an der Oefnung überspannen sollte. Nun war zwar die Breite des Bilds, von einer Seitenlinie zur andern gerechnet, wirklich $2\frac{5}{8}$ Zoll; die Länge aber war 13 Zoll, und überspannte an der Oefnung im Laden einen Winkel von 2° 49′. Diese Abweichung war zu groß, als daß er sie von blos zufälligen Ursachen hätte herleiten, oder die längliche Gestalt aus den ungleichen Einfallswinkeln der Stralen, die von verschiedenen Punkten der Sonnenscheibe kamen, erklären können. Nach einigen andern ebenfalls durch die Prüfung widerlegten Muthmaßungen zeigte ihm endlich sein **entscheidender Versuch** (s. den Artikel: **Brechbarkeit**, Num. 2.) die wahre Ursache des Phänomens. Sie liegt darinn, daß das Licht bey der Brechung in eine unzählbare Menge von Farbenstralen zerspalten wird, für deren jeden ein anderes Brechungsverhältniß statt findet.

Sind alle Stralen gleich brechbar, wie dies vor Newtons Entdeckung in der Theorie angenommen ward, so muß das im finstern Zimmer aufgefangene Sonnenlicht, auf einer gegen seinen Weg senkrecht gehaltenen Tafel, auch nach der Brechung durch ein Prisma ein kreisrundes Sonnenbild darstellen. Hat aber jeder einfache Farbenstral seinen eignen Grad der Brechbarkeit, so gilt dieser Satz nur noch von denen Stralen, die unter sich gleich brechbar sind, d. i. von denen, die einerley Farbe zeigen. Mithin entwerfen die rothen Stralen für sich ein eignes kreisrundes Sonnenbild, die blauen ein anderes, die grünen ein anderes u. s. w. und es entstehen anstatt eines einzigen Bildes so viele, als Farben sind, d. i. unzählige.

In der Taf. IV. Fig. 68. angenommenen Stellung des Prisma, da sich der brechende Winkel C unterwärts kehret, sammlen sich die rothen Stralen, welche am wenigsten gebrochen werden, unten bey T, die violetten am meisten gebrochnen oben bey P. Wenn man sich nun, wie Taf. VIII. Fig. 21 $\frac{a}{\ }$., für die sieben kenntlichsten Abstufungen der prismatischen Farben sieben über einander stehende Kreise von gleichem Durchmesser gedenkt, und mit Hülfe der Einbildungskraft unzählbare dazwischen fallende Kreise für

die Zwischenfarben hinzufügt, so hat man das Farbenbild PT mit den geradlinigten Seiten und halbkreisförmigen Enden bey P und T, vollkommen so, wie es Newton beobachtete. Die verschiedenen Farbenstralen im Sonnenlichte entwerfen eine unendliche Menge von kreisrunden Bildern, die sich nach den verschiedenen Graden der Brechbarkeit über einander ordnen, und so das Farbenbild ausmachen.

Kan man diese Kreise, ohne die Lage ihrer Mittelpunkte zu verändern, im Durchmesser kleiner machen, wie bei pt, so werden sie nicht mehr so sehr in einander greifen, und man wird die eigentlichen Stellen der Hauptfarben deutlicher unterscheiden können. Dies erhielt Newton durch folgendes Mittel. Er fieng die Stralen, welche durch die Oefnung des Ladens einfielen, ohngefähr 10 — 12 Fuß von dem Fenster mit einem Linsenglase auf, stellte gleich hinter dasselbe das Prisma, und bewegte das Papier, worauf er das Farbenbild auffieng, so lange hin und her, bis er den Ort fand, wo die Seitenlinien des Bilds recht scharf erschienen. Durch das Linsenglas nemlich ward jedes Sonnenbild verkleinert und gleichsam zusammen gezogen; die Länge des Farbenbilds aber, welche von dem Einfallswinkel der Stralen am Prisma abhängt, blieb unverändert, wenn dieser Einfallswinkel der vorige blieb. So konnte er die Breite des Bilds bisweilen 60 oder 70mal kleiner, als die Länge machen.

Anstatt des kreisrunden Lochs im Laden könnte man nach seinem Vorschlage ein viereckigtes gebrauchen, ein Rechteck, dessen lange Seite dem Prisma parallel wäre. So entstünden statt der Kreise farbige Rechtecke, in welchen man die Hauptfarben noch deutlicher würde unterscheiden können. Auch schlägt er die Gestalt eines gleichschenklichten Dreyecks vor, das die Spitze nach der einen Seite kehret, wobey die dreyeckigten Bilder an den Spitzen gar nicht in einander laufen, dagegen aber auch sehr schwache Farben geben würden.

Nachdem er die Seitenlinien AF, GM, Taf. VIII. Fig. 21 b recht scharf begrenzt erhalten hatte, zeichnete er den Um

niß FAGMTF auf ein Papier, und ließ das Bild genau auf die Zeichnung fallen. Darauf muste ein Gehülfe, dessen Auge die Farben sehr scharf unterschriden konnte, die Grenzen jeder Hauptfarbe bey a, g, e, h, i, l mit Querlinien angeben. Diese Arbeit wurde oft wiederholet, und die Resultate trafen immer sehr wohl zusammen.

So fand er, wenn GM bis K verlängert, und MK = GM genommen, das ganze GK aber so eingetheilt ward, daß GK, lK, iK, hK, eK, gK, aK, MK sich wie 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$ verhielten, in dem Zwischenraume Ma Roth, in ag Orange, in ge Gelb, in eh Grün, in hi Blau, in il Indigo, in lG Violet. Es fällt sogleich in die Augen, daß diese Zwischenräume auf eine bewundernswürdige Art mit den Zahlen der weichen musikalischen Tonleiter übereinstimmen, indem die angeführten Zahlen die Längen der Saiten für den Grundton, die große Secunde, kleine Terz, Quarte, Quinte, große Sexte, große Septime und Ober-Octave ausdrücken.

Da man hier ohne merklichen Fehler die Unterschiede der Sinus der Brechungswinkel den Zwischenräumen Ma, ag u. s. w. proportional setzen kan, und Newtons Abmessungen die Brechungsverhältnisse der am meisten und am wenigsten brechbaren Stralen beym Uebergange aus Glas in Luft, wie 50 zu 78 und wie 50 zu 77 gegeben hatten, so giebt der Unterschied zwischen 77 und 78, in eben den Verhältnissen, wie die Linie GM eingetheilt, die Brechungssinus der Farbenstralen aus Glas in Luft, 77, 77$\frac{1}{8}$, 77$\frac{1}{5}$, 77$\frac{1}{3}$, 77$\frac{1}{2}$, 77$\frac{2}{3}$, 77$\frac{7}{9}$, 78. Z. B. für alle Arten von Stralen, welche die Empfindung der rothen Farbe erregen, ist das Brechungsverhältniß zwischen den Grenzen 50 : 77 und 50 : 77$\frac{1}{8}$ enthalten, und so bey allen übrigen Farben.

Hieraus erklärt sich nun auch leicht der farbige Fleck, den man wahrnimmt, wenn das Sonnenlicht unter freyem Himmel, oder in nicht verdunkelten Zimmern durch ein Prisma, oder ein Glas mit nicht parallelen Seiten hindurch fällt. Dieser Fleck besteht aus einer großen Menge über und neben einander liegender Farbenbilder. Es sey (Taf. VIII. Fig. 19.) ABC ein Prisma, worauf das Sonnen-

licht F f fällt. Das gebrochne Licht werde in MN aufgefangen. Hier mögen die violetten Stralen den Raum Pp, die grünen Qq, die rothen Tt einnehmen, die andern Gattungen in ihrer Ordnung die dazwischen fallenden Räume. Ist MN dem Prisma so nahe, daß die Räume PT und pt nicht in einander fallen, so wird der Raum Tp von Stralen jeder Gattung in gehörigem Verhältnisse erfüllt, und folglich weiß seyn. Aber die Räume TP und pt bekommen nicht alle Arten von Stralen, und erscheinen also gefärbt. Ueber T fangen zuerst die rothen und gelben Stralen an zu fehlen, daher eine blaßgrüne Farbe entsteht, und bey P sind nur noch blaue Stralen da. Unter p hingegen fangen die blauen Stralen an zu mangeln, es zeigt sich daher Blaßgelb und bey t nur noch Roth. Also folgen die Farben von P bis t in dieser Ordnung: Violet, Indigo, Blau, Blaßgrün, Weiß, Blaßgelb, Orange, Roth. So zeigt sie auch die Erfahrung.

Hält man das Papier weiter ab in mn, hinter X, wo die Räume PT und pt in einander fließen, so fehlen in der Mitte pT die violetten und rothen Stralen; daher verschwindet die Weiße, und die mittlern Stralen bilden ein desto lebhafteres Grün, über welchem sich bis P die blauen, unten bis t die gelben und rothen Stralen zeigen müssen. Auch dies wird durch die Erfahrung bestätiget.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 184. u. f.

Farbenclavier, *Clavecin oculaire.* Ein vorgeschlagnes aber noch nie ausgeführtes Werkzeug zu Hervorbringung einer sogenannten **Farbenmusik**, wobey das Auge durch die Mannigfaltigkeit von Farben eben so ergötzt werden sollte, wie das Ohr bey einer Musik durch die Mannigfaltigkeit der Töne.

Es ist im vorhergehenden Artikel erwähnt worden, daß nach **Newtons** Entdeckungen die Verhältnisse der Brechung bey den Farben den Verhältnissen der musikalischen Töne in der Octave ähnlich sind. Der **P. Castel**, sonst ein eifriger Gegner Newtons, glaubte in dieser Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen den Grund zu einer Farbenmusik

zu finden. Unter dem Titel: *Clavecin Oculaire* gab er im Jahre 1725 eine Schrift heraus, in der er dieses System mit vielem Witze und einer feurigen Einbildungskraft ausschmückt, und in den Farben harte und weiche Tonarten, Consonanzen und Dissonanzen, Melodie und Harmonie, diatonisches, chromatisches und enharmonisches Genus finden will. Dieser Gedanke hat einiges Aufsehen gemacht, und mag wohl noch gegenwärtig seine Vertheidiger haben; wenigstens hat ihn **Brisson** in seinem Wörterbuche von der gefälligsten Seite vorzustellen gesucht. Auch **Krüger** (Hamburgisches Magazin I. B. 4 St.) hat einige Ideen von einem Farbenclaviere, vielleicht blos im Scherze, gegeben.

Herr **von Mairan** (Mém. de l'Acad. de Paris. 1737. p. 61.) hat zum Unglücke für die Vervielfältigung des sinnlichen Vergnügens, sehr überzeugend dargethan, daß dieser Gedanke des P. Castel ein bloßes Spiel der Phantasie sey und bleiben werde. Er zeigt eine zahlreiche Menge von wesentlichen Verschiedenheiten zwischen Farben und Tönen, in Absicht auf die Empfindungen, die sie uns erregen, und beschließt diese Vergleichung mit den Worten: „Die Aehnlichkeit des Lichtes und des Schalles, und ihrer Modificationen, kömmt am Ende blos auf gewisse äußerliche physikalische und mathematische Verhältnisse hinaus, die eine höchst entfernte Beziehung auf ihre in die Sinne fallenden Eigenschaften haben. In der That haben auch die Malerey und Musik von jeher ganz verschiedene Mittel angewandt, uns zu vergnügen; jene die contrastirenden Ruhestellen und das **Nebeneinanderliegen** der Farben, diese die beständige langsamer oder geschwinder fortschreitende **Folge** der Töne und Accorde."

Farbendreyeck, Farbenpyramide, Triangulum chromaticum, Pyramis chromatica, Chromatoscopium, *Triangle chromatique*, *Pyramide chromatique*. Eine mathematische Anordnung der gemischten Farben, welche sich aus drey Hauptfarben zusammensetzen lassen. Sie hat die Absicht, den so vielfach verschiedenen Farben bestimmte Be-

nennungen geben, und jede genannte Farbe auf eine und eben dieselbe Art wieder hervorbringen zu können, welche nicht allein für die Kunst, sondern auch für die Naturgeschichte bey den Beschreibungen der natürlichen Körper ein Gegenstand von großer Wichtigkeit ist.

Die prismatischen Farben sind zwar alle einfach; es lassen sich aber gemischte, die den meisten von ihnen gleich sind, aus Zusammensetzungen von **Roth, Gelb** und **Blau** hervorbringen, die man noch verschiedentlich erhöhen kan, je mehr oder weniger **Weiß** man zusetzt; dagegen man Roth, Gelb und Blau aus Mischungen anderer Farben nicht erhalten kan. In dieser Rücksicht heißen die genannten drey, **einfache** oder **ursprüngliche Farben** (colores simplices s. primitivi), die übrigen **gemischte** (secundarii), wobey freylich die Benennungen, **einfach** und **gemischt**, in einem andern Sinne genommen werden, als oben bey dem Worte: **Farben**, unter dem Abschnitte: Newtons Entdeckungen über die Farben, Num. 5.

Man denke sich nun ein gleichseitiges Dreyeck r b g, Taf. IX. Fig. 22., das durch eine Theilung seiner Seiten in eine Anzahl gleicher Theile (eigentlich in unendlich viele) in lauter kleine Fächer zerlegt ist. Die drey Fächer an den Ecken r, b, g enthalten die einfachen Farben Roth, Blau, Gelb, deren Stärke daselbst = 1 sey. In den übrigen Fächern seyen die Farben r, b, g, in dem Verhältnisse der Perpendikel, welche sich von den Seiten des Fachs auf die Seiten des ganzen Dreyecks fällen lassen, vorhanden; z. B. das in der Figur mit Linien ausgezeichnete Fach enthalte zween Theile Roth, zween Theile Blau und einen Theil Gelb, so wird man die hieraus entstehende gemischte Farbe nach Mayer durch $r^2 b^2 g^1$ oder nach Lichtenberg durch $2r + 2b + g$ ausdrücken können. Und wenn die Seiten in unendlich viele Theile zerlegt sind, so zeigt die geometrische Betrachtung leicht, daß solchergestalt alle mögliche Farben, die aus r, b, g, gemischt werden können, in den Fächern des Dreyecks enthalten sind, weil sich für jede beliebige drey Coefficienten von r, b, g, ein Punkt im Dreyecke ange-

ben läßt, dessen senkrechte Abstände von den drey Seiten sich, wie diese Coefficienten, verhalten.

Will man in diese Farbenleiter noch die Abstufungen bringen, welche durch die Erhöhungen der vorigen Farben mit Weiß entstehen, so kan man das ganze Farbensystem mit Herrn **Lichtenberg** in ein Prismá vertheilen, dessen Grundflächen gleichseitige Dreyecke, wie r b g sind, und wo die Farben von der untern Grundfläche bis zur obern durch alle zwischen Schwarz und Weiß fallende Stufen der Helligkeit fortschreiten. Auch läßt sich statt des Prisma eine Pyramide gebrauchen, oder zwo Pyramiden, deren Grundflächen zusammen stoßen. Die Farben, welche darinn dem Dunkeln näher kommen, lassen sich alsdann mit r^n, b^n, g^n; die hellern mit r^{-n}, b^{-n}, g^{-n} bezeichnen, so daß für Schwarz und Weiß selbst n unendlich groß wird. So würde der allgemeine Ausdruck für jede Farbe $\varrho r^n + \vartheta b^n + \gamma g^n$ seyn. **Mayer** giebt den Zusatz von Weiß durch w an, z. B. $w^4 r^3 b^2 g^3$.

Die erste Idee einer solchen systematischen Mischung der Farben aus gewissen einfachen hat schon im 16ten Jahrhunderte der berühmte Maler, **Lionardo da Vinci** gehabt. Der **P. Castel** (L'optique des couleurs. à Paris, 1740. 8.) nahm ebenfalls nur drey Grundfarben, nemlich Feuerroth, Schüttgelb und Himmelblau an, und eignete sich die Erfindung dieses Gedankens zu. Aber schon **le Blon** hat in einer Schrift über das Abdrucken der Kupferplatten mit Farben (Harmony of colouring. Lond. 1737. und L'art d' imprimer les tableaux. à Paris. 1756. 8.) alle Farbenmischungen aus drey Farben hergeleitet. **Zahn** (Oculus artificialis teledioptricus. Herbip. 1685. Fol. in der zweyten Ausg. von 1702. p. 111.) ist der erste, der die Idee von einem Dreyeck mit der Zusammensetzung der Farben verbunden hat. Er nimmt aber fünf Hauptfarben, nemlich noch Weiß und Schwarz, an, setzt sie auf die fünf Theilungspunkte der einen Seite, und bringt die Mischungen in die übrigen Durchschnittspunkte, so daß Aschgrau an die Spitze des Dreyecks kömmt. **Tobias Mayer** hat in seinem mathemathischen Atlas, den er in jüngern Jahren

herausgab, ebenfalls ein Farbendreyeck aus Weiß, Gelb, Blau, Roth, Schwarz, welche Farben er A, E, I, Q, V, nennt, und zu gleichen Theilen so mischt, daß daraus die Farben AE, EI u. s. w. entstehen.

In der Folge aber hat dieser berühmte göttingische Gelehrte das Farbensystem weit reifer überdacht, und zuerst zu einem gewissen Grade der Vollkommenheit erhoben. Er legte seinen Aufsatz darüber im Jahre 1750 der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften vor; doch ward damals nur eine kurze Nachricht davon in den göttingischen gelehrten Anzeigen bekannt. Diese erweckte viele Aufmerksamkeit, und veranlassete verschiedene Schriften von **Schäffer** (Entwurf einer allgemeinen Farbenverein, oder Versuch und Muster einer gemeinnützigen Bestimmung und Benennung der Farben, Regenspurg, 1769. 4.) **Schiffermüller** (Versuch eines Farbensystems, Wien 1772. 4.) und vorzüglich von **Lambert** (Beschreibung einer mit dem Calauschen Wachse ausgemalten Farbenpyramide, wo die Mischung jeder Farben angeordnet, dargelegt und derselben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewiesen wird, mit einer ausgemalten Kupfertafel, Berlin, 1772. gr. 4.), welcher letztere alle Farben aus Weiß und drey Grundfarben mischen lehrt.

Endlich erschien im Jahre 1775 Mayers lateinischer Aufsatz selbst (De affinitate colorum, in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis, Vol. I, cura *G. C. Lichtenberg*, Götting. 1775. gr. 4.) mit den wichtigen Zusätzen Herrn **Lichtenbergs**. Mayer giebt dem Dreyecke an jeder Seite 13 Fächer, so daß es deren zusammen 91 erhält. Er malt diese mit Bergzinnober, hellem Bergblau und Königsgelb aus, da hingegen **Lambert** sich des Carmins, Berlinerblau, und Gummigutte zu Grundfarben bedient hatte. Wenn man also aus dem oben angeführten Prisma, welches die Stufen der hellern und dunklern Farben enthält, dasjenige Dreyeck haben wollte, so der lambertschen Pyramide zur Grundfläche dient, so würde man nach Herrn Lichtenbergs Bemerkung das Prisma nicht mit den Grundflächen parallel, sondern ziemlich schräge, durchschneiden müssen. Zu den 91 Far-

ben, welche bey Mayern aus den Mischungen der Hauptfarben nach Zwölfteln entstehen, kommen noch zweymal 364 Farben, nach dem verschiedenen Abstande von Weiß und Schwarz, daß also dieses Farbensystem 819 verschiedene Farben enthält.

Herr **Lichtenberg** hat auch ein Muster eines ausgemalten Dreyecks von 28 Feldern beygefügt, bey dessen Verfertigung er mancherley Schwierigkeiten antraf. Besser fiel es aus, wenn er sich trockner Farben hiezu bediente. Er hat im Jahre 1774 ein solches Dreyeck aus trocknen Staubfarben der Societät der Wissenschaften zu Göttingen vorgelegt, wobey er zuerst die Intensität der dazu gebrauchten Pigmente prüfte, und im Bergzinnober, Bergblau und Königsgelb wie 2, 1, 6 fand. Nemlich ein Theil Gelb und sechs Theile Blau gaben ein Grün, in welchem weder Gelb noch Blau mehr hervorstach u. s. w. Hieraus berechnete er, wie viel dem Gewichte nach von den drey Pigmenten vermischt werden müsse, um die Verhältnisse des Farbendreyecks richtig herauszubringen. Es fallen aber die grünen und violetten Farben bey diesen Pigmenten nicht rein, sondern schmutzig aus.

Erxleben (Physikalische Bibliothek, I Band. 4 St. S. 403 u. f.) bemerkt, daß die Pigmente wohl nicht nach dem Gewichte sondern nach dem Volumen gemischt werden müsten, daß man dazu ganz reine Grundfarben (z. B. nicht Zinnober, welcher schon Gelbroth sey) und Farben von gleicher Intensität wählen müsse. Er nahm dazu Carmin, Berlinerblau und Königsgelb, und versichert, dadurch ein sehr vollkommnes Dreyeck erhalten zu haben, blos den Umstand ausgenommen, daß das Königsgelb doch ein wenig ins Rothe falle, und dadurch den grünen Farben einen geringen Hang ins Schmutzige gebe. In diesem Dreyecke ist die Farbe des Zinnobers $r^8 g^4$, das Bergblau kömmt gar nicht darinn vor, sondern gehört in eine höhere Lage des lichtenbergischen Prisma, oder der Farbenpyramide.

Lambert hat in der oben angeführten Schrift über die Stärke seiner Grundfarben sehr genaue Untersuchungen

angestellt. Ein halber Gran hochrothen Carmins mit Gran Gummigutte gab eine Farbe, in der weder Roth noch Gelb hervorstach; 2 Gran helles Berlinerblau und Gran Gummigutte gaben ein Mittelgrün; 1 Gran Carmin und 3 Gran Berlinerblau ein Mittel zwischen Roth und Blau. Hieraus leitet er die Grade der Schwäche diese Farben, wie 1, 3, 10 her. Das heißt: Bey der Mischung muß man 10 Gewichttheile der Gummigutte, 3 de Berlinerblau und 1 des Carmins als einen Theil oder ein Portion der Grundfarbe ansehen. Für dunklern Carmi und dunkler Berlinerblau sind die Zahlen 2, 3, 12 Die verschiedenen Farben vertheilt er in eine Pyramide oder in ein Schränkchen mit dreyeckigten Fächern. Im untersten Fache sind 45 Quadrate, auf den Ecken roth, gelb blau, und dazwischen die Schattirungen, deren jede ac Theile oder Portionen aus den Hauptfarben hat, z. B $r^2 b^3 g^3$. Im nächsten Fache darüber sind 28 Quadrat deren Farben nur 6 Theile von den Hauptfarben des untern Faches, dagegen aber jede 2 Theile beygemischtes Weiß haben, z. B. $w^2 r^2 b^2 g^2$. Im dritten Fache sind 15 Farben, nemlich die drey noch heller gemachten Hauptfarbe und 12 Mittelfarben, jede zu 4 Theilen der Hauptfarbe mit 4 Theilen Weiß, z. B. $w^4 r^2 b^1 g^1$. So enthä das vierte Fach 10 Farben, jede mit 5 Theilen Weiß, da fünfte Fach 6 Farben mit 6 Theilen Weiß, wobey nur no zwo Hauptfarben verbunden werden können, wie $w^6 r^1 b$ das sechste Fach blos die drey sehr hellen Hauptfarbe $w^7 r^1$, $w^7 b^1$, $w^7 g^1$, und das oberste Fach ein einzige weißes Quadrat. Die ganze Pyramide hat 108 Farben.

Man kan über diese Materie noch **Sulzers** allgemein Theorie der schönen Künste unter dem Art. **Farben**, i gleichen **August Ludwig Pfannenschmids** Versu einer Anleitung zum Mischen aller Farben aus blau, ge und roth, herausg. von **Ernst Rudolph Schulz**, Hannover, 1781. 8., und über die in den Künsten und de gemeinen Leben gewöhnlichen Benennungen und Bereitu gen der Farben **Christian Friedrich Prangens** Farbe lexicon, Halle, 1782. in zween Quartbänden, nachsehe

Priestley Gesch. der Optik, durch Klügel, S. 550. u. f.

Farbenmusik, s. Farbenclavier.

Farbensystem, s. Farbendreyeck.

Farbenzerstreuung, **Farbenverbreitung**, Dispersio radiorum lucis, *Dispersion des rayons de la lumiere*. Die bey jeder Brechung vorkommende Zertheilung oder Spaltung der Sonnenstralen, und überhaupt des zusammengesetzten Lichts in mehrere Stralen von verschiedenen Farben. Diese Erscheinung ist eine Folge der ungleichen Brechbarkeit der Farbenstralen, s. **Brechbarkeit**, **Farben**. Wenn nemlich Sonnenlicht auf eine brechende Fläche fällt, so werden die Theile, welche die rothe Farbe erregen, weniger gebrochen, als andere Theile, welche die blaue Farbe erwecken; beyderley Farbenstralen nehmen daher verschiedene Wege, und der Stral, in welchem sie vorher vereiniget waren, trennt oder spaltet sich nach der Brechung. Statt daß sein Weg vorher eine gerade Linie war, füllen jetzt seine Theile den Raum zwischen den Schenkeln eines Winkels, welcher in der Brechungsebene liegt.

Bey Brechungen durch Plangläser, welche mit parallelen Flächen begrenzt sind, fallen die Wirkungen der Farbenzerstreuung nicht in die Augen. Der Sonnenstral, welcher schief auf ein Planglas fällt, wird zwar wirklich gespalten, und sein rother Theil, der im Glase einen andern Weg nimmt, trift die Hinterfläche in einem andern Punkte, als der blaue. Aber beym Ausgange aus dem Glase, wo jeder ausgehende Stral dem einfallenden parallel ist, gehen alle Farbenstralen unter einander gleichlaufend, und weil deren bey allen Punkten einige von allen Gattungen der vorhandenen Farben ausgehen, so verbinden sie sich wieder unter einander, und geben dadurch weißes Licht, oder eben solches, wie das einfallende war.

Eben so wenig findet eine Farbenzerstreuung bey senkrecht auffallenden Stralen, oder bey solchen, die durch die Axe eines Linsenglases gehen, statt. Da hiebey gar keine Brechung vorgeht, so läßt sich auch keine Verschie-

denheit der Brechung, d. i. keine Farbenzerstreuung, denken.

Desto merklicher aber ist die Verbreitung der Farbenstralen, wenn die beyden Flächen des brechenden Mittels schiefe Winkel mit einander machen, wie die Seitenflächen eines gläsernen Prisma, oder diejenigen Stellen eines Linsenglases, durch welche die weiter von der Are abweichenden Stralen durchgehen. Wie dadurch im Prisma das Farbenbild entstehe, und was für Abweichungen von den Regeln bey den Linsengläsern dadurch veranlasset werden, findet man bey den Worten: **Farbenbild, Abweichung, dioptrische.**

So vortreflich auch **Newtons** Untersuchungen über die verschiedene Brechbarkeit der Farbenstralen sind, so hatte doch dieser große Experimentator dabey einen Fehler begangen, der auf die Theorie der Farbenzerstreuung einen sehr wesentlichen Einfluß hatte. Er hatte den Satz, daß die Farbenverbreitung wegfällt, wenn des Strales Richtung beym Ausgange der beym Eingange parallel ist, allzuweit ausgedehnet. Dieser Satz gilt nur, wenn von der Brechung durch ein einziges Mittel, z. E. durch ein einziges Planglas, die Rede ist; nicht aber, wenn der Stral durch mehrere verschiedene Mittel, z. B. durch Glas und Wasser, durch zwo verschiedene Glasarten u. d. gl. hindurchgehet. **Newton** hingegen, der ihn, durch einen seiner Versuche verleitet, auch auf den letztern Fall erstreckte (s. den Art. **Achromatische Fernröhre**), zog daraus die falsche Folge, daß die Farbenstralen von allen brechenden Mitteln in einerley allgemeinem Verhältnisse zerstreut würden. Erst seitdem **Dollond** das Unrichtige dieser Behauptung durch Versuche gezeigt hat, ist die Lehre von der Farbenzerstreuung auf bessere Gründe gebaut worden.

Wenn das Brechungsverhältniß aus einem gewissen Mittel in Luft für die mittlern Stralen $m : 1$, und für die äußersten, z. B. die violetten $M : 1$ ist; so läst sich die Größe der Brechung für jene Stralen durch $m - 1$, für diese durch $M - 1$, und der Unterschied beyder, oder die Größe

der Farbenzerstreuung durch $M - m$ ausdrücken. Man nimmt nemlich hiebey die Winkel so klein an, daß sie sich ohne Fehler statt ihrer Sinus gebrauchen lassen. So ist für die Brechung aus Glas in Luft (s. **Brechbarkeit**) $m = \frac{31}{20}$; $M = \frac{78}{50}$, also $m - 1 = \frac{11}{20}$; $M - 1 = \frac{28}{50}$, $M - m = \frac{1}{100}$, d. i. der violette Stral weicht von dem mittlern um ein Hunderttheilchen des Einfallswinkels ab.

Nun sey für ein anderes Mittel, z. B. Wasser, das Brechungsverhältniß in Luft für die mittlern Stralen $n : 1$, für die äußersten $N : 1$; so werden sich hiebey die Brechungen durch $n - 1$; $N - 1$, die Farbenverbreitung durch $N - n$ ausdrücken lassen. Alsdann heißt das Verhältniß $M - m : N - n$, **das Verhältniß der Farbenzerstreuung** (ratio dispersionis, *le rapport de la dispersion*) für beyde Mittel.

Aus **Newtons** Versuche (Optice L. I. P. II. Exp. 8.) würde, wenn er richtig wäre, folgen, daß sich die Farbenzerstreuungen allezeit, wie die mittlern Brechungen verhielten, oder daß

$$M - m : N - n = m - 1 : n - 1 \text{ sey.}$$

Man hatte auf diese ganze Lehre wenig Aufmerksamkeit verwendet, als **Euler** (Sur la perfection des verres objectifs des lunettes, in den Mém. de l'acad. Roy. de Prusse 1747.) mit einer neuen Theorie hervortrat, welche ganz auf algebraische Speculationen, ohne alle Erfahrungen, gebaut war. Er setzte nemlich fest, N müsse durch n eben so, wie M durch m, ausgedrückt werden; wenn $m = 1$ sey, müsse auch $M = 1$ werden; wenn man für m setze $\frac{1}{m}$ so müsse sich auch M in $\frac{1}{M}$ verwandlen; und wenn man mn statt m setze, müsse auch MN statt mn herauskommen. Diese Bedingungen, welche freylich statt finden müssen, wofern sich M überhaupt aus m bestimmen läßt, oder stets nach m richtet, können nicht anders erfüllt werden, als wenn

$$M - m : N - n = m. \log. m : n. \log. n.$$

Diese Theorie nahm also Euler, als die einzige mögliche

wahre, an. Dies ist algebraisch wahr, und bewies wenigstens so viel, daß Newtons Behauptung unrichtig seyn müsse.

Dollond (s. Philos. Trans. Vol. L. P. II. und *Euler* Dioptr. To. I. p. 315.) hatte die Eulerischen Rechnungen untersucht, und war, wie wir bey dem Worte: **Achromatische Fernröhre**, erzählt haben, zu Anstellung neuer Versuche bewogen worden. Er legte ein Prisma von Crownglase ABC (Taf. IX. Fig. 23.) mit einem brechenden Winkel A von 30°, und eins von Flintglase ABD, mit einem Winkel B von 19° an einander, und fand durch beyde zusammen das Sonnenbild frey von Farben. Setzt man nun das Brechungsverhältniß der mittlern Stralen im Crownglase = m: 1, im Flintglase = n: 1, also aus Crownglas in Flintglas = n: m; verstattet man sich ferner, die Winkel selbst für ihre Sinus setzen zu dürfen, welches zu gegenwärtiger Absicht genau genug ist, und bestimmt so aus den Brechungsverhältnissen die Einfalls- und Brechungswinkel in den drey brechenden Flächen CA, AB, BD für den ganzen Weg des Strales EFGHI, so findet man, wenn PF und HS die Einfallslothe sind,

$$IHS = m.A - n.B - EFP.$$

Was m und n für die mittlern Stralen sind, das heiße M und N für die violetten, so ist für diese

$$IHS = M.A - N.B - EFP.$$

Wenn nun das Sonnenbild ungefärbt erscheint, so müssen alle mit EF parallel eingefallene Farbenstralen mit HI parallel ausgehen, oder es muß in beyden Geichungen für ein gleiches EFP auch einerley IHS statt finden. Daraus folgt mA — nB = MA — NB, oder

$$M - m : N - n = B : A = 19° : 30°$$

d. i. das Verhältniß der Farbenzerstreuungen des Crown- und Flintglases ist 19 : 30 oder fast wie 2 : 3.

Bringt man die Sinus selbst in die Rechnung, wodurch sie freylich viel weitläuftiger wird, so findet sich (nach *Euler* Dioptr. To. I. p. 318.) genauer

$$M - m : N - n = \sin B. \sin GFA : \sin A. \sin GHB.$$

Dieses aus klaren Erfahrungen gezogene Resultat traf weder mit dem, was aus Newtons Versuche folgt, noch mit Eulers Theorie überein. Da nach Dollonds Untersuchungen das mittlere Brechungsverhältniß für Crownglas 1,53 : 1, für Flintglas 1, 58: 3 war, so hätte das Verhältniß der Farbenzerstreuung nach Newton 53:58, nach Eulern 1,53. log. 1,53 : 1,58. log. 1,58, d. i. 1 : 1,111 seyn sollen. Es war aber, wie 2 : 3, und also sehr weit von beyden Theorien unterschieden.

Deswegen wollte sich auch **Euler** von der Richtigkeit der Dollondischen* Versuche gar nicht überzeugen lassen. Er sahe seine Theorie noch immer als die einzige mögliche an. Dies ist sie auch in der That, wofern m von M eben so, wie n von N, abhängt; da sie aber nichts desto weniger der Erfahrung widerspricht, so ist dies ein Zeichen, daß es gar keine allgemeine Theorie der Farbenzerstreuung giebt, oder daß die Brechbarkeit der äußersten Stralen nach keinem allgemeinen Gesetze von der Brechbarkeit der mittlern abhängt, wovon sich endlich auch **Euler** überzeugt, und in seiner Dioptrik selbst Dollonds Versuche zum Grunde der Berechnungen angenommen hat.

Clairaut (Mém. de l' Acad. de Paris 1756.) hat noch eine andere Theorie der Farbenzerstreuung aus der Natur der krummen Linie, welche die Stralen bey der Brechung beschreiben, herzuleiten gesucht, und dabey angenommen, daß das Brechungsverhältniß von der Geschwindigkeit der Stralen abhänge. Aber auch diese Theorie streitet auf mehr als Eine Art gegen die Erfahrung. Nach ihr müßte

$$M - m : N - n = \frac{m^2 - 1}{m} : \frac{n^2 - 1}{n}$$

seyn, welches von den Versuchen noch weiter als die vorigen Theorien abweicht.

Es hängt also die Größe der Farbenzerstreuung in verschiedenen Mitteln auf keine allgemeine Art von der Größe der Brechung in denselben ab. Die Folge hiervon ist, daß man die Farbenzerstreuung in keiner Materie anders,

als durch wirkliche Versuche erfahren kan. Man findet Materien, bey denen die mittlern Brechungsverhältnisse fast gleich, die Zerstreuungen hingegen sehr verschieden sind. Bey Dollonds Crown- und Flintglase sind jene Verhältnisse 1, 53 : 1 und 1, 58 : 1; die Zerstreuungen aber verhalten sich, wie 2 zu 3.

Was das Glas betrift, so hat **Johann Ernst Zeiher**, nachmaliger Professor der Mathematik in Wittenberg, durch seine in Petersburg angestellten Versuche gefunden, daß ein stärkerer Zusatz von Bleykalk nicht allein die mittlere Brechung, sondern auch die Farbenzerstreuung beträchtlich vergrößere. Er bereitete sechserley Glasarten aus Mennige und Kiesel, deren Verhältnisse folgende Tafel angiebt.

Verhältniß der Mennige und Kiesel	Mittlere Brechung aus Luft in Glas	Zerstreuungsverhältniß in Vergleichung mit gemeinem Glase.
I. — — 3 : 1	2028 : 1000	4800 : 1000
II. — — 2 : 1	1830 : 1000	3550 : 1000
III. — — 1 : 1	1787 : 1000	3259 : 1000
IV. — — $\frac{3}{4}$: 1	1732 : 1000	2207 : 1000
V. — — $\frac{1}{2}$: 1	1724 : 1000	1800 : 1000
VI. — — $\frac{1}{4}$: 1	1664 : 1000	1354 : 1000

Die erste dieser Glasarten ist besonders merkwürdig. Sie bricht das Licht stärker, als im Verhältnisse 2 : 1, und zerstreut die Farben fast fünfmal mehr, als das gemeine Glas. Als aber Zeiher diesen Glasarten noch Laugensalze zusetzte, fand er mit Verwunderung, daß dadurch die mittlere Brechung sehr vermindert ward, ohne daß sich die Farbenzerstreuung merklich änderte. Er erhielt endlich eine Gattung Glas, bey der das mittlere Brechungsverhältniß 1, 61 : 1 war, und die doch das Licht dreymal stärker, als das gemeine Glas, zerstreute (s. **Zeihers** Abhandl. von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft, die Farben zu zerstreuen, besitzen. Petersburg, 1763. 4.)

Methoden, die Farbenzerstreuung der Gläser zu messen, nebst mehrern Versuchen hierüber hat der **Duc de Chaulnes** in den Mémoires de l'Acad. Roy. des Sc. de Prusse.

1767. angegeben. Von den über die Farbenzerstreuung geführten Berechnungen und den Verbesserungen der Fernröhre, die sich hierauf gründen, findet man Nachrichten bey dem Worte: **Achromatische Fernröhre.**

Daß übrigens die Materie, woraus das brechende Mittel besteht, in einem ganz andern Verhältnisse auf die mittlere Brechung, als auf die Farbenverbreitung, wirkt, scheint ein wichtiger Einwurf gegen die Eulerische Farbentheorie zu seyn. Nach dieser Theorie hängt die Größe der Brechung eben sowohl, als die Farbe, von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Schwingungen des Aethers auf einander folgen. Man sieht hiebey schwerlich ein, wie es Glasarten geben kan, welche die grünen Stralen gleich stark, die rothen und violetten hingegen in sehr ungleichen Verhältnissen brechen, wovon sich im Emanationssystem doch wenigstens die Erklärung geben läßt, daß vielleicht gewisse Materien die verschiedenen Farbentheile des Lichts in verschiedenen Verhältnissen anziehen mögen, daher zwo Glasarten das grüne Licht mit gleicher, das rothe mit ungleicher Stärke anziehen können.

Priestley Geschichte der Optik, Zusätze Hrn. Klügels, S. 254. u. f.

Federhart, s. **Elastisch.**

Federkraft, s. **Elasticität.**

Fein, Subtile, *Subtil*, *Fin*, *Delié*. Was in ungemein kleine Theile zertrennt oder aufgelöset ist, wie ein feines Pulver, feine Ausflüsse der Körper, ein feines Gewebe. Oft auch überhaupt, was so klein ist, daß es fast den Sinnen entgeht, z. B. ein feiner Faden. Die Metalle heißen fein, wenn sie rein und ohne merkliche fremde Beymischung sind, wie feines Gold. **Descartes** gab einer eignen im Weltraume vorhandenen Flüßigkeit den Namen der **feinen** oder **subtilen Materie**, s. **Aether.**

Fernrohr, Sehrohr, Teleskop, Tubus opticus, Telescopium, Conspicillum, *Lunette*, *Lunette d' approche*, *Telescope*. Ein Werkzeug, wodurch sich entlegne Gegen-

stände dem Auge deutlich und vergrößert darstellen. Es besteht aus einer Zusammensetzung von Gläsern, wovon das gegen die Sache gekehrte das **Vorderglas** oder **Objectivglas** genannt wird, die aber, welche sich am Auge befinden, den Namen der **Augengläser** oder **Oculare** führen. Anstatt einiger Gläser werden bisweilen Metallspiegel gebraucht; in diesem Falle heißt das Instrument ein **Spiegelteleskop**.

Die Erfindung dieses Werkzeugs verdient unstreitig die gröste Bewunderung, und hat den Anfang des siebzehnten Jahrhunderts zu einer in der Geschichte der Dioptrik und Astronomie unvergeßlichen Epoche gemacht. Zwar haben einige die Erfindung des Fernrohrs viel weiter hinaussetzen wollen. **Dutens** will sie schon beym Demokrit und Aristoteles finden. Der berühmte Benedictiner **Mabillon** (Iter Germanicum, in Veteribus Analectis To. IV. Lutet. Paris. 1685. 4. p. 46.) erwähnt eines in der Abtey Scheyern im Bißthum Freysingen befindlichen Manuscripts von der Historia scholastica des **Petrus Comestor**, aus dem dreyzehnten Jahrhunderte, worinn ein Bild des Ptolemäus vorkömmt, der die Gestirne durch einige in einander geschobene Röhren betrachtet (sidera contemplantis ope instrumenti longioris, quod instar tubi optici quatuor ductus habentis, concinnatum est). Nach Mabillons Abbildung sieht es fast aus wie ein Fernrohr, das man daher spätstens in der Mitte des 13 Jahrhunderts gekannt haben müste. Wahrscheinlich aber soll es ein Rohr ohne Gläser vorstellen, dergleichen man ehedem brauchte, um das Licht von den Seiten her abzuhalten.

In den Schriften des **Roger Baco**, der um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, finden sich einige Stellen, aus welchen besonders **Molineux** (Dioptrica nova. Lond. 1693. gr. 4.) schließen will, daß dieser englische Mönch das Fernrohr gekannt habe. Die vornehmste aus dem Werke: Opus majus, welches D. **Jebb** zu London 1733 herausgegeben hat, ist folgende: De facili patet per canones supradictos, quod maxima possunt apparere minima, et e contra; et *longe distantia videbuntur pro-*

pinquissime, et e converso. Nam *possumus* sic figurare perspicua, et taliter ea ordinare ratione visus et rerum, ut sub quocunque angulo voluerimus, videbimus rem prope vel longe, et sic ex incredibili distantia legeremus litteras minutissimas, et pulveres ac arenas numeraremus propter magnitudinem anguli, sub quo videremus. — Et sic posset puer apparere gigas, et unus homo videri mons, et in quacunque quantitate; secundum quod possemus hominem videre sub angulo tanto, sicut montem, et prope, ut volumus. Et sic parvus exercitus videretur maximus, et longe positus appareret prope, et e contra. Sic etiam faceremus solem et lunam et stellas descendere secundum apparentiam hic inferius etc. Diese Gedanken haben unstreitig eine auffallende Aehnlichkeit mit dem, was die Fernröhre wirklich leisten. Beurtheilt man aber die Stelle im Zusammenhange mit dem vorhergehenden Capitel, wo **Baco** von der Vervielfältigung durch Spiegel redet, und dabey auch sein Possumus braucht, ob er gleich unmögliche Dinge vorschlägt, so sieht man wohl, daß er in beyden Stellen blos aus der Einbildungskraft geschrieben habe, zumal da er nirgends etwas von irgend einer Ausführung der Sache erwähnet. Der Grund, auf den er alles baut, ist auch nur der, daß man durch Spiegel und Gläser die Stralen, wohin man nur wolle, bringen könne; er scheint also kein bewegliches Instrument, sondern hie und da befestigte Gläser gemeint zu haben, ein Gedanke, dessen Ausführung unmöglich ist.

An einer andern Stelle sagt er, Julius Cäsar habe von der Küste Galliens die britannischen Häfen und Städte durch aufgerichtete Spiegel betrachtet. **Smith** im Lehrbegrif der Optik erklärt dies für ein Misverständniß, wobey statt **Warten** (speculae), Spiegel (specula) verstanden worden. Aber **Wood** (Hist. et Antiquitates Vnivers. Oxoniensis L. I. p. 136.) führt noch eine Stelle aus **Baco** im Buche De perspectivis an, welches sich im Manuscripte in Oxford befindet, wo er sagt, Cäsar habe die britannischen Küsten durch ein Rohr (tubi ope) betrachtet. Dies zeigt doch, daß man im 13ten Jahrhunderte Ideen von

Röhren gehabt hat, durch welche sich entlegne Gegenstände schärfer betrachten lassen. Wären aber solche Röhren mit Gläsern versehen gewesen, so würde sich doch von einem so wichtigen Kunststück irgendwo eine deutlichere Meldung finden.

De la Hire (Mém. de l'acd. roy. des Sc. 1717.) untersucht die Meinung derer, welche mit **Huygens**, **Wolf** u. a. die Ehre der Erfindung des Fernrohrs dem Neapolitaner **Porta** zueignen wollen. Sie gründen sich dabey auf folgende Stelle aus der natürlichen Magie dieses Schriftstellers (Magiae naturalis s. de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. L. XVII. c. 10.). „Durch ein Hohlglas sieht man entfernte Gegenstände deutlich; durch ein erhabenes betrachtet man nahe liegende. „Weiß man beyde gehörig zu verbinden, so wird man sowohl nahe als entfernte Gegenstände größer und deutlich „sehen. Ich habe dadurch vielen Freunden, welche schlechte Augen hatten, große Dienste geleistet, und sie in „Stand gesetzt, sehr deutlich zu sehen." Es scheint sich dieses auf etwas dem Fernrohre sehr ähnliches zu beziehen. Allein nach **de la Hire** mag wohl Porta blos eine Verbindung eines Hohlglases mit einem erhabenen meinen, wodurch beyder gemeinschaftliche Brennweite verändert wird, so daß sie dienen, dem Auge Gegenstände in gewissen Entfernungen deutlicher darzustellen. Hätte er wirklich etwas dem Teleskope ähnliches unter den Händen gehabt, er würde bey der Eitelkeit, die aus seinen Schriften hervorleuchtet, nicht ermangelt haben, eine weit prächtigere und umständlichere Beschreibung davon mitzutheilen.

Erst im Jahre 1608 oder 1609 kam die wirkliche Erfindung der Fernröhre aus Holland, ob man gleich noch bis jetzt nicht ganz zuverläßig weiß, zu welcher Zeit, von wem und auf welchem Wege sie gemacht worden sey. Die Meinungen hierüber scheinen gleich vom Anfang getheilt gewesen zu seyn.

Hieronymus Sirturus, ein gebohrner Mayländer, um etwas vollständiges vom Fernrohre zu schreiben

viele Länder durchreisete, (Telescopium. Francof. 1618. 4. p. 24.) erzählt, im Jahre 1609 sey ein Unbekannter, dem Ansehen nach ein Holländer, zu dem Brillenmacher Johann **Lippersein** oder **Lippersheim** in Middelburg gekommen, und habe sich einige erhabne und hohle Gläser schleifen lassen. Als er diese in Empfang genommen, habe er ein erhabenes und ein hohles bald näher bald weiter von einander gehalten, den Lippersein bezahlt, und sich entfernet. Dieses habe sich Lippersein gemerkt, aus einer solchen Verbindung zweyer Gläser ein Fernrohr gemacht, und dem Prinzen **Moritz** von Nassau gezeigt. Auch will dieser Schriftsteller in Spanien einen Baumeister **Rogetus** angetroffen haben, der die ganze Kunst schon lange getrieben und ein Buch davon geschrieben haben soll. Dies ist die älteste Erzählung von der Erfindung des Fernrohrs.

In **Descartes** 1637 herausgekommener Dioptrik findet man folgende Stelle: „Diese bewundernswürdige Erfindung hat ihren ersten Ursprung der Erfahrung und dem „glücklichen Zufalle zu danken. Vor etwa dreyßig Jahren „kam ein gewisser **Jacob Metius**, der nie studiert hatte, „obgleich sein Vater und Bruder Mathematiker gewesen „sind, der aber Vergnügen an der Verfertigung von Spie„geln und Brenngläsern fand, und daher Gläser von „mancherley Gestalten hatte, auf den Einfall, durch zwey „dergleichen zu sehen, von denen eins hohl, das andere „erhaben war. Er brachte dieselben an die Enden einer „Röhre so glücklich an, daß daraus das erste Fernrohr ent„stand.“ Dieser Metius war von Alkmar gebürtig, und ein Sohn des Geometers Adrian Metius, der das bekannte Verhältniß des Durchmessers zum Umfange, 113 : 355 angegeben hat.

Peter Borel, ein französischer Arzt (De vero telescopii inventore. Hagae Com. 1655. 4.), hat sich alle nur mögliche Mühe gegeben, den wahren Urheber dieser wichtigen Erfindung zu entdecken, und schreibt sie mit vieler Wahrscheinlichkeit dem **Zacharias Jansen**, gleichfalls einem Brillenmacher in Middelburg, zu. Er theilt einige gerichtliche Aussage mit, worinn untern andern Jansens

Sohn bezeuget, sein Vater habe schon im Jahre 1590 Fernröhre verfertiget und eines davon dem Prinzen Moritz, das andere dem Erzherzog Albrecht überreichet. Jansens Schwester hingegen erinnert sich nur bis 1610 zurück. Drey andere Einwohner von Middelburg versichern, daß daselbst schon vor 1600, oder 1605, oder 1610 Fernröhre von dem Brillenmacher **Hans Laprey** verfertiget worden, welcher wohl mit dem von Sirturus genannten Lippersein einerley Person seyn mag.

Diese Zeugnisse begleitet **Borel** mit einem Briefe eines holländischen Gesandten **Wilhelm Boreel**, welcher den erwähnten Zacharias Jansen, und dessen Vater, von Jugend auf sehr genau gekannt haben will. Er erzählt, diese Künstler hätten nicht allein dem Erzherzog Albrecht ein zusammengesetztes Mikroskop überreicht, s. **Mikroskop**, sondern auch gegen das Jahr 1610 die Teleskope erfunden, und eines davon dem Prinzen Moritz übergeben, der es aber als ein im Kriege brauchbares Werkzeug nicht habe wollen bekannt werden lassen. Dennoch sey das Geheimniß verrathen worden; ein Unbekannter habe den Erfinder in Middelburg aufgesucht, sey aber durch einen Irrthum an **Johann Laprey** gekommen, der aus den vorgelegten Fragen die Sache errathen, die Fernröhre nachgemacht und zuerst öffentlich verkauft habe. Daher habe man ihn zwar für den Erfinder gehalten; allein es sey dieser Irrthum bald hernach entdeckt worden. **Adrian Metius** und **Drebbel**, welche nach Middelburg gekommen wären, hätten sich gerade an die Jansens gewendet, um Fernröhre von ihnen zu kaufen rc. Man kan nicht läugnen, daß diese Erzählung viel wahrscheinliches hat, und die angeführten Aussagen unter sich und mit der Nachricht des Sirturus sehr wohl vereiniget.

Auch **Huygens** sagt in seiner Dioptrik (in Opusc. posthumis Lugd. Bat. 1703. 4. p. 136.), er wisse gewiß, daß schon vor Metius um 1609 ein Künstler in Middelburg, es möchte nun Lippersheim oder Jansen gewesen seyn, Teleskope verfertiget habe.

Daß übrigens schon im Jahre 1603 Fernröhre aus Holland gekommen sind, beweiset folgende von **Weidler** (Hist. astron. Cap. XV. §. 12.) angeführte Erzählung aus des **Simon Marius** Mundo Ioviali (Norib. 1614. 4.). Der marggräflich-brandenburg-anspachische Geheimderath, **Johann Philipp Fuchs von Bimbach**, besuchte in Frankfurt am Mayn die Herbstmesse des Jahres 1608. Ein Kaufmann erzählte ihm von ungefähr, es sey ein Holländer mit einem Instrumente angekommen, wodurch man entfernte Dinge sehr nahe und groß sehe. Der Geheimderath ließ den Holländer zu sich kommen, besahe und probirte das Instrument, welches sehr gute Wirkung that, obgleich das eine Glas einen Riß bekommen hatte. Er war Willens es zu kaufen; weil aber der Holländer einen ungeheuren Preis forderte, so zerschlug sich der Handel. Dies erzählte der Geheimderath dem Marius bey seiner Rückkunft in Anspach, gab ihm an, es müsse nothwendig ein Hohlglas mit einem erhabenen verbunden seyn, und machte ihm eine Zeichnung davon mit Kreide. Marius probirte die Sache sogleich mit zwey gemeinen Linsengläsern, und fand sie richtig. Da das Brillenglas allzu convex war, so bestellte er sich in Nürnberg Convexgläser von größern Brennweiten, wozu er die Form in Gyps abgedrückt mitschickte. Die Künstler konnten sie aber nicht zu Stande bringen. Endlich erhielt der Geheimderath im Sommer 1609 ein Fernrohr aus Holland, womit Marius im November d. J. die Jupiterstrabanten entdeckte.

Galilei, welcher damals Professor der Mathematik zu Padua war, befand sich im April oder May 1609 zu Venedig, wo es erzählt ward, daß ein Holländer dem Prinzen Moritz von Nassau ein Werkzeug überreicht hätte, welches entfernte Dinge so zeigte, als ob sie nahe wären. Er ward davon auch aus Paris durch einen Brief des **Jacob Badovere**, eines französischen Edelmanns, versichert, kehrte sogleich nach Padua zurück, und dachte nach, was für ein Instrument dieses seyn möchte. Die folgende Nacht errieth er die Zusammensetzung, machte den Tag darauf sogleich das Werkzeug nach dem ersten Entwurfe mit einem

Planconvex und Planconcavglase in einem bleyernen Rohre fertig, und fand ungeachtet der schlechten Gläser seine Erwartung erfüllt. Sechs Tage nachher reisete er wieder nach Venedig, und brachte ein anderes besseres Fernrohr mit, das er unterdessen gemacht hatte, und welches mehr als achtmal vergrößerte. Hier zeigte er von einigen erhabnen Orten den Senatoren der Republik zu ihrem größten Erstaunen eine Menge Gegenstände, die dem bloßen Auge undeutlich waren, schenkte auch das Werkzeug dem Doge, **Lionardo Donati**, und zugleich dem ganzen Senate, nebst einer geschriebenen Nachricht, worinn der Bau desselben erklärt, und der große Nutzen davon gezeigt war. Aus Dankbarkeit für das edle Vergnügen, das er dem Senate dadurch gemacht hatte, erhöhete derselbe am 25. August 1609 seinen Gehalt über das dreyfache. Er bereitete sich hierauf ein noch vollkommneres Fernrohr, richtete dasselbe nach dem Himmel, und machte damit in kurzer Zeit die große Menge wichtiger Entdeckungen, die er im Nuncio sidereo beschreibt, und die so ungemein viel zur Verbesserung der Sternkunde beygetragen haben. So erzählt die Sache **Galilei** selbst (Nunc. sidereus. Florent. 1610. 8. p. 4 — 11.) und etwas umständlicher der Verfasser seiner Lebensbeschreibung in der Venetianischen Sammlung seiner Werke vom Jahre 1744. in 4.

So viel Ehre diese Zusammensetzung und Anwendung des Fernrohrs dem **Galilei** bringt, so kan man ihn doch keinesweges für den Erfinder dieses Werkzeugs halten; ja es ist nicht einmal glaublich, daß er die Einrichtung desselben durch bloße aus der Theorie der Brechung gezogne Schlüsse habe errathen können. Dazu war wohl damals die Dioptrik noch zu unvollkommen; auch hat nicht **Galilei**, sondern erst **Kepler**, die Art der Wirkung des Fernrohres gehörig und deutlich erklärt. So viel muste doch wohl bekannt geworden seyn, daß das neue Instrument aus einer Röhre mit Gläsern bestehe; und in diesem Falle waren nur zwo Arten von Gläsern, hohle und erhabne, vorhanden; mithin war die Anzahl der möglichen Combinationen nicht groß, und die Proben damit gaben unstreitig

den kürzesten Weg, die Zusammensetzung zu entdecken. Es bleibt immer Verdienst genug, in so kurzer Zeit eine wichtige Erfindung errathen, ausgeführt und zu solchen Entdeckungen genützt zu haben, wobey wenig darauf ankömmt, ob der Weg dazu durch die Theorie oder durch Versuche gegangen ist.

Auch hat noch ein Neapolitaner **Franz Fontana** (Novae terrestrium et caelestium observationes. Neap. 1646. 4.) auf die Erfindung des astronomischen Fernrohrs Anspruch gemacht, in dessen Besitz er schon im Jahre 1608 gewesen seyn will. Man hat aber seine Anforderungen, mit denen er so spät erst hervortrat, in keine Betrachtung gezogen.

Dies ist das vornehmste, was von der Geschichte der Erfindung des Fernrohrs angeführt zu werden verdiente. Das Resultat davon ist, daß wir dieses Werkzeug den middelburgischen Brillenmachern, seit dem Anfange des siebzehnten Jahrhunderts, zu verdanken haben. Die Erzählung, daß die Kinder des Lippersheim mit Gläsern gespielt, die Wetterfahne des Kirchthurms zufälliger Weise sehr groß gesehen, und ihren Vater dadurch veranlasset haben sollen, die Gläser in ein Rohr zu fassen, findet sich zwar beym Montucla und Priestley; ich habe aber die eigentliche Quelle derselben nicht auffinden können.

Dieses erste Fernrohr hat den Namen des **holländischen** oder **galileischen** behalten. In der Folge sind noch mehrere Einrichtungen hinzugekommen, wovon ich das **astronomische** Fernrohr, das **Erdrohr**, und Huygens Methode, die Gläser ohne Röhren zu gebrauchen, hier unter eignen Abschnitten erklären will. Von den **Spiegeltelescopen** und **achromatischen Fernröhren** handeln besondere Artikel dieses Wörterbuchs.

Holländisches oder Galileisches Fernrohr, Tubus Batavus, Hollandicus, Galilaeanus, Telescopium Batavum. etc *Telescope Hollandois ou de Galilée*, *Lunette Batavique*. Das Fernrohr nach seiner ersten ursprünglichen Einrichtung, nach welcher es aus einem **erhabnen Vorderglase** (Objectivglase), und einem **hohlen Augenglase** (Oculare) besteht, welche in die Enden

eines Rohres eingesetzt, und so weit von einander entfernt werden, daß der Brennpunkt des Vorderglases ohngefähr mit dem jenseitigen Zerstreuungspunkte des Augenglases zusammenfällt. Weil die Umstände oft eine andere Entfernung beyder Gläser erfordern, so macht man die Röhren fast allezeit aus mehreren Stücken, die sich in einander verschieben lassen.

Zur Theorie der Fernröhre überhaupt muß ich folgende bey dem Worte: **Linsengläser** zu erklärende Sätze vorausschicken.

I. Jedes erhabne Glas vereiniget Stralen, welche aus einem Punkte des Gegenstandes kommen, hinter sich wieder in einen Punkt, den **Vereinigungspunkt**; ist der Gegenstand sehr entfernt, daß also die Stralen aus einerley Punkte desselben parallel auffallen, so heißt der Punkt, wo sie sich vereinigen, der **Brennpunkt**, und sein Abstand vom Glase die **Brennweite**. Werden die Stralen in den Vereinigungspunkten aufgefangen, so zeigen sie ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes.

II. Jedes Hohlglas zerstreut die Stralen, die aus einem Punkte des Gegenstandes kommen, so, als ob sie aus einem in der Axe des Glases liegenden nähern Punkte, ausgegangen wären. Für parallel auffallende Stralen heißt dieser Punkt oft auch der **Brennpunkt**, und sein Abstand **Brennweite** des Glases, eigentlicher **Zerstreuungspunkt** und **Zerstreuungsweite**.

III. Stralen, welche auf ein erhabnes Glas aus seinem Brennpunkte oder Brennraume kommen, oder auf ein Hohlglas so fallen, als ob sie sich in seinem Brennpunkte vereinigen wollten, werden von beyden so gebrochen, daß sie nachher mit einander parallel laufen.

IV. Wenn die Gläser nicht allzudick sind, so läßt sich ohne Fehler annehmen, daß jeder Stral, der auf ihre Mitte fällt, ungebrochen durchgehe.

Um nun hieraus die Wirkung des **galileischen** Fernrohrs zu erklären, sey Taf. IX. Fig. 24. AB ein sehr entlegner Gegenstand, der von C aus unter dem Winkel pCA oder C gesehen wird. DE sey ein Converglas, dessen Mittelpunkt C, und dessen Brennweite Ca ist. Hinter

demselben sey das Hohlglas GH, dessen Brennweite Va ist, so gestellt, daß die Axen beyder Gläser Ca und Va, inglei-chen die Brennpunkte beyder bey a zusammenfallen.

Von dem Punkte A des entlegnen Gegenstandes fallen unzählbare Stralen auf das Vorderglas DE, welche alle mit AC parallel sind. In der Figur sind deren außer AC noch zween mit schwarzen Linien angegeben. Von dem Punkte B fallen eben so viel auf, die alle mit pC parallel sind. Die Figur giebt deren außer pC auch noch zween, alle mit punktirten Linien an. Es ist nun zu untersuchen, wie die Wege dieser Stralen beym Durchgange durch beyde Gläser verändert werden.

Das erhabne Vorderglas vereinigt nach I. parallel auffallende Stralen in seinem Brennraume bey a. Mithin werden die drey mit schwarzen Linien angedeuteten Stralen, von denen AC ungebrochen hindurch geht, und also wirklich nach a kömmt, hinter DE so fortgehen, als ob sie sich alle in a vereinigen wollten. Die drey punktirten Stralen aber, welche aus B kommen, unter welchen pC nach IV. ebenfalls ungebrochen durchgeht, und den Brennraum in b treffen würde, müssen sich nach I. in b wieder vereinigen. So würde, wenn das Hohlglas nicht da wäre, in ab ein deutliches, aber umgekehrtes Bild des Gegenstands AB entstehen. Die Figur giebt also die richtigen Wege der Stralen von einem Glase zum andern an, indem die drey schwarzen Linien nach a zu, die drey punktirten nach b zu convergiren. Der Punkt b bestimmt sich dadurch, daß der Stral pC, der auf die Mitte C fällt, ungebrochen bis unter a fortgezogen wird.

Ehe aber noch diese Stralen sich wirklich in a und b vereinigen, und das Bild ab entwerfen können, werden sie von dem hohlen Augenglase aufgefangen, und aufs neue gebrochen. Der Stral CV geht wiederum ungebrochen hindurch, und kömmt wirklich nach a. Alle drey mit schwarzen Linien angedeutete aber fallen so auf, als ob sie sich in a, dem Brennpunkte des Hohlglases, vereinigen wollten. Daher müssen sie nach III. hinter dem Hohlglase mit einander parallel werden, und man hat ihre richtigen Wege, wenn

man die schwarzen Linien vom Hohlglase aus mit Va parallel fortführt. Die drey punktirten fallen gleichfalls so auf, daß sie nach dem Brennraume des Hohlglases in b convergiren; auch diese müssen also nach der Brechung unter einander gleichlaufend werden.

Unter denen von B herkommenden Stralen ist nun allemal einer, der die Mitte des Hohlglases bey V trift, also nach IV. ungebrochen fortgeht, und wirklich nach b kömmt. Ich habe die Figur so eingerichtet, daß sich dieser Stral Vb mit unter den drey punktirten befindet, und der mittelste davon ist. Wäre aber auch die Figur zufälliger Weise anders ausgefallen, so zeigt doch das Nachdenken, daß ein solcher Stral da seyn muß, dessen Weg nach der Brechung die Linie Vb ist. Weil nun alle punktirte Stralen parallel aus dem Hohlglase ausgehen müssen, so findet man ihre Wege, wenn man sie vom Hohlglase an parallel mit der Linie Vb fortzieht.

Dies sind also die Wege der von A und B kommenden Lichtstralen durch das galileische Fernrohr. Die von A und B herkommenden Stralencylinder werden durch das Vorderglas in Kegel verwandelt, ihre Stralen näher zusammengebracht, und vom Augenglase als schmälere concentrirtere Cylinder unter andern Winkeln wieder ausgesendet. Ganz nahe am Augenglase bey O greifen diese ausgehenden Cylinder zum Theil in einander. Es ist noch zu untersuchen, was ein Auge an diesen Ort gehalten, durch die Stralen, die es empfängt, sehen müsse.

Vorausgesetzt, daß das Auge bey O weitsichtig ist, und jeden Punkt, von welchem parallele Stralen auf den Augenstern fallen, deutlich sieht, wird es in O lauter gleichlaufende Stralen vom Punkte A, lauter gleichlaufende vom Punkte B, und so auch von allen zwischenliegenden Punkten F (weil man sich auch eine Figur entwerfen kan, in welcher der Gegenstand nur bis F reicht) erhalten, und also wird es alle Punkte zwischen A und B, d. i. den Gegenstand selbst, **deutlich** sehen.

Es wird ferner den Punkt A durch den Stral VO nach der Richtung OA, den Punkt B aber durch den Stral βO

nach der Richtung OS, nach eben der Seite hin, nach der er wirklich liegt, d. i. den Gegenstand in seiner wirklichen Lage oder **aufgerichtet** erblicken.

Es wird ihn endlich unter dem Winkel O, welcher als Wechselswinkel dem Winkel aVb gleich ist, empfinden. Hätte es ihn ohne Hülfe des Fernrohrs von der Stelle des Vorderglases oder von C aus betrachtet, so würde es ihn unter dem Winkel pCA, der als Scheitelwinkel dem aCb gleich ist, gesehen haben. Da nun aVb, der äußere Winkel am Dreyeck bVC größer ist, als aCb, so sieht man durch das Fernrohr den Gegenstand unter einem grössern Winkel, als mit dem bloßen Auge, oder man sieht ihn **vergrößert**.

So übersieht man, daß das galileische Fernrohr, wenn die Brennpunkte beyder Gläser zusammenfallen, einem weitsichtigen Auge entlegne Gegenstände deutlich, aufgerichtet und vergrößert darstelle. Es wird aber der Gegenstand so vielmal vergrößert, so vielmal aVb größer, als aCb ist. Weil nun beyde Winkel allemal klein sind, und sich also fast, wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va} : \frac{ab}{Ca}$, oder wie Ca zu Va, verhalten, so sieht man den Gegenstand so vielmal größer, so vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglases, größer als Va, die Zerstreuungsweite des Augenglases, ist. Der Exponent dieses Verhältnisses, die **Vergrößerung**, ist $= \frac{Ca}{Va}$, oder der Quotient beyder Brennweiten. Ist des Vorderglases Brennweite 2 Schuh, die des Augenglases 3 Zoll, so wird die Vergrößrung $\frac{2.12}{3} = 8$ fach seyn.

Die Länge des Fernrohrs CV ist $= Ca - Va$, d. i. dem Unterschiede beyder Brennweiten gleich.

Es hat aber dieses von den Naturforschern zuerst gebrauchte Teleskop die Unbequemlichkeit, daß das Gesichtsfeld daran sehr klein ist, oder daß man dadurch nicht viel auf einmal übersehen kan. Schon die Figur zeigt, daß man das Auge sehr nahe an das Glas bringen muß, um

Stralen von B (punktirte Stralen der Figur) zu erhalten. Zieht man das Auge von O um das mindeste gegen a zurück, so verfehlen es die punktirten Linien gänzlich, und man sieht B nicht mehr, sondern nur noch Punkte, die näher an A liegen wie F. Will man also, so viel möglich, übersehen, so muß das Auge ganz an das Hohlglas angehalten werden, und noch in dieser Lage übersieht man nur ein gewisses bestimmtes Feld, dessen Größe desto geringer ist, je beträchtlicher die Vergrößerung wird. Da wir jetzt weit bequemere Einrichtungen der Fernröhre kennen, so begreifen wir kaum, wie Galilei und andere mit diesem so viel haben entdecken können; ihre Gedult und Geschicklichkeit muß sehr groß gewesen seyn.

Inzwischen hat man diese Gattung der Fernröhre lange Zeit beybehalten. **Descartes**, der seine Dioptrik im Jahre 1637 schrieb, gedenkt noch keiner andern Art derselben. Heut zu Tage bedient man sich ihrer nur noch zu den gemeinen **Taschenperspectiven** (*Lorgnettes*), wobey keine beträchtliche Vergrößerung verlangt wird, und denen man selten über 15 — 18 Zoll, und meistentheils nur 5 — 6 Zoll Länge giebt. **Hevel** gedenkt eines Fernrohrs mit zween erhabnen Vordergläsern und einem hohlen Augenglase, das auch schon **Sirturus** (Telescopium. Frf. 1618. 4.) beschrieben hat. Die beyden Vordergläser wirken wie eines von einer kürzern Brennweite; also ist es ein galileisches Fernrohr, das aber bey dieser Einrichtung ein größeres Gesichtsfeld bekömmt.

Astronomisches Fernrohr, Sternrohr, Tubus astronomicus s. coelestis, Telescopium astronomicum, *Telescope astronomique.* Ein Fernrohr aus einem **erhabnen Vorderglase** und einem **erhabnen Augenglase,** welche in die Enden einer oder mehrerer Röhren so eingesetzt werden, daß der Brennpunkt des Vorderglases mit dem diesseitigen Brennpunkte des Augenglases zusammenfällt.

Kepler ist ganz unstreitig der erste, der in seiner Dioptrik (Dioptrice s. Demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa ac-

cidunt. Aug. Vindel. 1611. 4. prop. 86.) die Theorie der Fernröhre richtig erklärt, und dabey diese Art des Teleskops angegeben hat. Duobus convexis, sagt er, maiora et distincta praestantur visibilia, sed inverso situ. Da er aber selbst kein Künstler war, so blieb seine Angabe ein blos theoretischer Gedanke, bis sie der P. Scheiner bey seinen Beobachtungen der Sonne benützte (Rosa Ursina. Bracciani 1630. fol. maj. p. 130.), und dadurch unter den Astronomen bekannter machte. „Wenn man, sagt er, zwey „ähnliche, d. i. zwey erhabne Linsengläser in das Rohr setzt, „und das Auge gehörig stellet, so wird man alle Gegen„stände auf der Erde zwar umgekehrt, aber vergrößert, „und mit vieler Deutlichkeit, auch dabey viel auf einmal „erblicken. Eben so sieht man die Gestirne, und da diese „rund sind, so kan die umgekehrte Stellung dabey nichts „schaden." Er führt auch noch an, daß er bereits vor dreyzehn Jahren, also um 1617, durch ein solches Fernrohr in Gegenwart des Erzherzogs Maximilians beobachtet habe.

Es sey wiederum Taf. IX. Fig. 25. AB ein sehr entlegner Gegenstand, den man von C aus unter dem Winkel pCA sieht. DE sey das erhabne Vorderglas von der Brennweite Ca. In GH sey das gleichfalls erhabne Augenglas, dessen Brennweite Va ist, so gestellt, daß die Axen beyder Gläser Ca und Va in einer geraden Linie liegen, und die Brennpunkte beyder bey a zusammenfallen. Von dem Punkte A fallen unzählbare parallele Stralen auf DE, von denen die Figur drey mit schwarzen Linien angiebt: vom Punkte B kommen ebenfalls unzählbare auf DE, alle mit pC parallel; drey davon giebt die Figur mit punktirten Linien an.

Das Vorderglas sammlet die zusammengehörigen Stralen in seinem Brennraume, die von A bey a, die von B bey b, welcher Punkt b sich dadurch bestimmt, daß man den Stral pC, der auf die Mitte des Glases fällt, nach dem Satze IV. ungebrochen bis unter a fortzieht. So entwirft sich in ab ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes AB. In den Punkten dieses Bildes kreuzen sich die zusammengehöri-

gen Stralen, und gehen immer noch in geraden Linien bis zum Augenglase fort.

Auf dieses fallen sie als Stralen, die aus Punkten seines Brennraums ab kommen, müssen also nach III. hinter dem Augenglase wieder parallel werden. Der Stral aV geht ungebrochen hindurch nach O; man hat also die Wege der mit schwarzen Linien angedeuteten Stralen, wenn man sie vom Augenglase an parallel mit VO fortziehet. Was die punktirten Stralen betrift, die alle aus b kommen, schließe man so. Wäre unter ihnen einer, der auf die Mitte des Glases fiele, wie bV, so würde dieser nach IV. ungebrochen in eben der Richtung fortgehen, und alle übrigen würden mit ihm parallel laufen. Nun kan doch der Umstand, daß der Stral bV hier nicht wirklich vorhanden ist, in der Richtung der übrigen nichts ändern. Sie laufen also nach der Brechung mit der Linie bV parallel.

Befindet sich nun in O ein Auge, das einen Punkt deutlich sieht, wenn von ihm paralleie Stralen auf den Augenstern fallen, so wird dasselbe von A sowohl als von B und den zwischenliegenden Punkten Stralencylinder auffassen, die aus gleichlaufenden Stralen bestehen; es wird also den Gegenstand **deutlich** sehen.

Weil es den Stral von A nach der Richtung VO, den von B nach der Richtung βO erhält, so wird es die Seite B des Gegenstandes nach β zu, d. h. den Gegenstand selbst **umgekehrt** erblicken.

Weil es endlich den Gegenstand unter dem Winkel βOA sieht, welcher (wegen der Parallellinien βO und bV) dem Winkel bVa gleich ist, da es ihn ohne Fernrohr und von C aus unter dem Winkel pCA, welcher seinem Scheitelwinkel bCa gleich ist, würde gesehen haben; so muß ihm der Gegenstand so vielmal **vergrößert** erscheinen, so vielmal der Winkel bVa größer, als bCa ist; oder weil sich diese kleinen Winkel, wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va}$ und $\frac{ab}{Ca}$, d. i. wie Ca zu Va verhalten, so vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglases, größer, als Va, die Brennweite

des Augenglases, ist. Der Exponent dieses Verhältnisses, der die **Vergrößerung** ausdrückt, ist also auch bey diesem Fernrohre dem Quotienten der Brennweiten gleich, oder $\frac{F}{f}$, wenn man des Vorderglases Brennweite F, die des Augenglases f nennt.

Die Länge des Fernrohrs CV ist $= Ca + Va = F + f$, oder die Summe beyder Brennweiten. Wenn also dieses und ein galileisches Fernrohr einerley Brennweiten der Gläser haben, so vergrößern beyde gleich stark, und das galileische ist um die doppelte Brennweite des Augenglases kürzer.

Dagegen aber hat das Sternrohr ein weit größeres Gesichtsfeld, und erfordert kein genaues Anrücken des Auges. Denn steht das Auge in O, vom Augenglase etwa um seine Brennweite entfernt, so faßt es von allen Stralencylindern, die durch das Fernrohr durchgehen, und sämtlich nach diesem Punkte zu gelenkt werden, einen Theil auf, und es kan keiner davon den Augenstern ganz verfehlen.

Der vortheilhafteste Ort für das Auge O ist derjenige, wo $OV = f + \frac{f^2}{F}$. Denn, weil von jedem Punkte der Sache unzählich viel Stralen ausgehen, so kan man annehmen, daß von jedem einer durch den Mittelpunkt des Vorderglases C, und also ungebrochen, durchgehet. Wo diese Stralen, dergleichen hier pCb ist, durch das Augenglas mit der Axe vereiniget werden, da ist der vortheilhafteste Ort das Auge zu stellen. Hier nemlich käme von jedem Punkte des Gegenstandes ein Stral hin, wenn auch die Oefnung des Vorderglases nur ein Punkt wäre. Es ist aber bey einem Glase GH, dessen Brennweite f ist, die Vereinigungsweite für Stralen, die aus C oder aus der Entfernung CV herkommen $= \frac{CV.\, f}{CV - f}$, s. **Linsengläser**. Also, weil $CV = F + f$ ist, wird $OV = \frac{(F+f).\, f}{F+f-f}$

$=\frac{Ff+f^2}{F}=f+\frac{f^2}{F}$. Ist F = 2 Schuh, f = 3 Zoll, so wird OV = $3+\frac{9}{24}$ oder $3\frac{3}{8}$ Zoll. Man setzt daher das Augenglas $3\frac{3}{8}$ Zoll tief in die vorderste Röhre hinein, damit das Auge, an die Oefnung der Röhre gehalten, gleich in die vortheilhafteste Stelle komme.

Die Größe des **Gesichtsfeldes** läßt sich hier so bestimmen. Wenn HO der äusserste Stral ist, der vom Augenglase nach O kommen kan, so übersieht man rings um das Mittel einen Winkel = VOH, dessen natürliche Größe ohne Fernrohr = pCA = VCH ist. Das ist eben der Winkel, unter welchem der Halbmesser des Augenglases VH in die Augen fallen würde, wenn man ihn vom Vorderglase C aus betrachtete. Man nenne diesen Halbmesser VH = r, so ist des Winkels VCH Tangente $=\frac{r}{CV}=\frac{r}{F+f}$, woraus sich der Winkel selbst, oder der Halbmesser des Gesichtsfeldes, mit Hülfe der trigonometrischen Tafeln findet. Ist das Augenglas zum Theil bedeckt, so ist für r der Halbmesser der Oefnung anzunehmen. Wäre r = $\frac{1}{4}$ Zoll, F und f wie vorher, 2 Schuh und 3 Zoll, so würde tang. VCH = $\frac{1}{4}$: 27 = $\frac{1}{108}$ = 0,0092592, also der Halbmesser des Gesichtsfelds 31½ Min. seyn.

Die **Helligkeit** oder Stärke des Lichts, womit ein Fernrohr die Gegenstände darstellet, verhält sich, wie die Menge von Stralen, die von jedem Theile der Sache ins Auge kommen, dividirt durch den Raum, durch den sie sich verbreiten. Die Menge der Stralen verhält sich, wie die Oefnung des Vorderglases, oder wenn b den Durchmesser dieser Oefnung bedeutet, wie b^2; der Raum, durch den sie sich verbreiten, wie das Quadrat der Vergrößerung, oder wie $\frac{F^2}{f^2}$; mithin die Helligkeit selbst, wie $\frac{b^2f^2}{F^2}$.

Die **Deutlichkeit**, oder vielmehr der Grad der Undeutlichkeit, mit der die Punkte wegen der Farbenverbreitung dargestellt werden, verhält sich wie die Fläche des klei-

nen Kreises, durch welchen sich das Bild eines Punktes, das eigentlich wieder ein Punkt seyn sollte, im Auge ausbreitet, oder wie das Quadrat des Durchmessers von diesem Kreise. Nun verhält sich im Bilde a b der Durchmesser des Kreises, durch welchen sich z. B. das Bild des Punkts a verbreitet, wie der Durchmesser der Oefnung des Vorderglases, oder wie b, und erscheint dem Auge, das ihn durchs Augenglas betrachtet, in dem Verhältnisse größer, in welchem die Brennweite f kleiner ist. Das heißt, der Durchmesser des kleinen Kreises im Auge verhält sich, wie $\frac{b}{f}$; mithin ist die Undeutlichkeit, oder das Quadrat dieses Durchmessers, wie $\frac{b^2}{f^2}$.

Wie man hieraus die Oefnung des Vorderglases bestimmen, und die Länge des Fernrohrs finden könne, das bey einer gegebenen Vergrößerung hell und deutlich seyn soll, s. bey dem Worte: **Apertur.** Die dort mitgetheilte Tabelle zeigt z. B., daß ein astronomisches Fernrohr, wenn es bey gehöriger Helligkeit und Deutlichkeit 60 mal vergrößern soll, wenigstens 9 rheinländische Schuhe lang seyn müsse.

Diese Theorie des Fernrohrs setzt sehr entfernte Gegenstände, und weitsichtige Augen voraus. Für **nahe** Gegenstände, von deren Punkten die Stralen nicht mehr parallel aufs Vorderglas fallen, entwirft sich das Bild erst hinter a b; man muß also das Augenglas G H mehr als vorher von a b entfernen, damit das Bild in den Brennpunkt desselben komme, oder: Für nahe Gegenstände muß man das Fernrohr weiter aus einander ziehen.

Kurzsichtige Augen sehen nicht deutlich durch parallele, sondern durch divergirende Stralen. Sollen aber die aus a b kommenden Stralen hinter G H noch etwas divergent bleiben, so darf man nur das Glas G H näher an a b rücken. Daher müssen Kurzsichtige das Fernrohr mehr in einander schieben, oder verkürzen, um deutlich dadurch zu sehen. Eben dies gilt auch für das galileische Fernrohr.

Das Sternrohr ist ein so einfaches und schönes Werkzeug, daß ich mich nicht habe enthalten können, von der Theorie desselben die vornehmsten Sätze beyzubringen. Diese Theorie ist zuerst von Keplern entwickelt, dann aber nach Erfindung der wahren Gesetze der Brechung erst von Huygens in seiner Dioptrik umständlicher ausgeführt worden. **Descartes**, ob er gleich das Gesetz der Brechung kannte, und einer der größten Geometern war, giebt doch von den Wirkungen des Fernrohrs eine Erklärung, die man nach **Huygens** Warnung ja nicht suchen darf, zu verstehen, weil die Mühe vergeblich seyn würde. Analytisch haben die Theorie der Fernröhre überhaupt Herr **Kästner** in seiner Ausgabe von **Smith's** vollständigem Lehrbegrif der Optik, und Herr **Klügel** in seiner analytischen Dioptrik vorgetragen.

Daß das Sternrohr die Gegenstände umkehrt, ist für den Astronomen, der einmal damit bekannt ist, ein sehr gleichgültiger Umstand. Inzwischen haben schon **Kepler** und **Scheiner** einen Vorschlag gethan, dieser vermeynten Unbequemlichkeit abzuhelfen. Bey dem Worte: **Linsengläser** wird gezeigt, daß ein Converglas von der Brennweite f, Stralen aus einem Punkte, der um 2 f von ihm entfernt ist, wieder in einen Punkt vereiniget, der um 2 f hinter ihm liegt. Man rücke also Taf. IX. Fig. 25 das Augenglas GH von a, dem Brennpunkte des Vorderglases, um 2 f oder um seine doppelte Brennweite ab, so werden sich die Stralen, die in a und b vereiniget waren, hinter dem Augenglase in der Entfernung der doppelten Brennweite zum zweytenmale vereinigen und ein umgekehrtes Bild von ab, d. i. ein aufgerichteteres Bild vom Gegenstande AB machen. Stellt man gegen dieses Bild ein **zweytes Augenglas** so, wie GH gegen ab steht, daß nemlich das Bild im Brennraume des zweyten Augenglases liegt, so erfolgt alles, wie beym Sternrohre, nur daß das Bild nunmehr aufgerichtet erscheint. Diese Art von Fernrohr mit drey Gläsern ist aber nicht in Gebrauch gekommen, weil die Abweichungen dabey allzugroß werden.

Von andern astronomischen Fernröhren mit drey Gläsern, welche zwar den Gegenstand umgekehrt zeigen, aber das Gesichtsfeld und die Deutlichkeit vergrößern, hat **Huygens** in seiner Dioptrik (prop. 51.) und ausführlicher **Euler** (Recherches sur les lunettes à trois verres, qui renversent les objets in Mém. de l' Ac. roy. de Prusse. 1757. p. 323.) gehandelt. Wenn man z. B. zwey nahe bey einander stehende Augengläser statt eines einzigen nimmt, so wird der Durchmesser des Gesichtsfeldes verdoppelt. Nimmt man zwey Vordergläser statt eines einzigen, so wird das Fernrohr kürzer, aber das Gesichtsfeld bleibt das vorige.

Bisweilen wünscht man eben keine starke Vergrößerung, aber ein desto größeres Gesichtsfeld und viel Helligkeit zu haben, wenn man z. B. einen großen Theil eines Sternbilds auf einmal übersehen will, um Kometen oder kleine Sterne aufzusuchen. Diese Absicht erreicht man, wenn man dem Vorderglase mehr Oefnung als gewöhnlich, und dem Augenglase eine große Brennweite giebt. Sternröhre dieser Art heißen **Nachtfernröhre, Sternsucher, Kometensucher**, Telescopia nocturna, *Lunettes de nuit.* **Lambert** (Beyträge zum Gebrauch der angew. Mathem. Th. III. S. 204.) beschreibt ein solches, wobey das Objectiv 7 Zoll, das Augenglas 1 Zoll Brennweite hat; die Oefnung des Augenglases ist 1 Zoll, die des Objectivs am Tage 8, bey der Nacht 12 Lin. im Durchmesser. Es fasset 6 bis 7 Grad am Himmel, und läßt bey hellen Nächten die Jupiterstrabanten sehen, ob es gleich nur 8 Zoll Länge hat. Mehr von diesen Instrumenten findet man in Herrn **Kästners** astronomischen Abhandlungen (B. II. S. 252. u. f.). Durch zwey Oculare erhalten sie noch etwas mehr Vergrößerung.

Erdrohr, Erdfernrohr, Tubus terrestris, Telescopium terrestre, *Telescope terrestre.* Ein Fernrohr aus vier erhabnen Gläsern, deren eins als Vorderglas, die übrigen drey als Augengläser dienen. Es läßt sich als ein astronomisches Fernrohr betrachten, welchem man, um

das Bild wieder umzukehren, noch zwey Augengläser zugesetzt hat.

Der **P. Anton Maria de Rheita** (Oculus Enochi atque Eliae. Antverp. 1665. fol.) giebt es zuerst als ein solches an, das die gewünschte Umkehrung des Bildes im Sternrohre besser, als das keplerische mit drey Gläsern, bewerkstellige. Er beschreibt es mit versetzten Buchstaben nach einem Chiffre, wozu er aber hernach selbst den Schlüssel gegeben hat.

Zur Erklärung desselben sey Taf. IX. Fig. 26. AB der entlegene Gegenstand, aus C unter dem Winkel pCA gesehen, DE das Vorderglas von der Brennweite Ca, GH das erste Augenglas von der Brennweite Va. So gehen die Stralen bis P, wie beym astronomischen Fernrohre fort, und fallen so, daß die zusammengehörigen parallel sind, auf das zweyte Augenglas IK, in dessen Brennraume sie sich zum zweytenmale sammlen, und in $\alpha\beta$ ein umgekehrtes Bild von ab, das ist, ein aufgerichtetes von AB machen. Nachdem sie sich hier in den Punkten α und β durchkreuzt haben, fallen sie auf das dritte Augenglas LM, dessen Brennpunkt auch in α fällt, gehen also hinter demselben wiederum parallel, und kommen so ins Auge O, welches daher aus gleichen Ursachen, wie beym Sternrohre, den Gegenstand deutlich und vergrößert, aber jetzt aufgerichtet sieht, weil die punktirten Stralen von der Seite herkommen, auf welcher B wirklich liegt.

Man übersieht leicht, daß hier gleichsam zwey astronomische Fernröhre vorkommen, das erste aus den Gläsern DE und GH, das zweyte aus IK und LM. Das erste Fernrohr macht die Vergrößerung, das zweyte kehrt blos das Bild um, wenn die Brennweiten beyder Gläser IK und LM einerley sind. Man kann aber auch die Gläser von ungleichen Brennweiten nehmen, und also noch einige Vergrößerung auch durch IK und LM erhalten. Allemal aber müssen die Brennpunkte der beyden ersten, so wie die der beyden letzten Gläser zusammentreffen. Haben alle drey Augengläser einerley Brennweite $= f$, und das Vorderglas die Brennweite F, so ist auch hier die Ver-

größerung $= \frac{F}{f}$, die Länge des Fernrohrs aber $F + 5f$, der Ort des **Auges** und das Gesichtsfeld, wie beym Sternrohre.

Gemeiniglich werden die drey Augengläser in die letzte Röhre, die daher die **Ocularröhre** heißt, so gefasset, daß man nach **Willkühr** die beyden ersten GH und IK herausnehmen, und das Fernrohr mit DE und LM allein, als ein astronomisches, gebrauchen kan. Man muß aber alsdann die Röhren mehr in einander schieben; denn die Länge, die nunmehr $F+f$ wird, verkürzt sich um $4f$, oder um die vierfache Brennweite des Augenglases.

Da das Licht beym Durchgange durch vier Gläser viel von seiner Stärke verliert, so giebt das Erdrohr weniger Helligkeit, als das astronomische Fernrohr, daher man zu Beobachtungen am Himmel, der umgekehrten Stellung ungeachtet, immer das letztere vorzieht. Zur Betrachtung der Gegenstände auf der Erde aber ist das hier beschriebene ein sehr nützliches Werkzeug.

Man hat Erdfernröhre mit vier, fünf bis sechs Augengläsern, wobey die Absicht ist, die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung zu vermindern, und zugleich das Gesichtsfeld zu vergrößern. Ueberhaupt lassen sich die Zusammensetzungen von Convexgläsern, zwischen welchen Bilder entstehen, und wo das letzte Bild im Brennpunkte des letzten Glases liegt, auf mannichfaltige Art combiniren. Jede solche Combination giebt eine andere Art des Fernrohrs, und jede hat ihre eignen Vorzüge und Nachtheile. **Euler** hat davon sehr allgemein gehandelt (Regle generale pour la construction des telescopes et des microscopes de quelque nombre des verres qu'ils soient composés in Mém. de l'Ac. roy. de Prusse. 1757. p. 283., auch in s. Dioptrica, To. II. Sect. 2.). **Dollond's** Fernröhre mit sechs Gläsern, die er vor der Erfindung der achromatischen verfertigte, hatten damals großen Beyfall (s. Phil. Trans. Vol. XLVIII. p. 103.).

Alle bisher betrachtete Fernröhre behalten wegen der gedoppelten Abweichung der Lichtstralen (s. **Abweichung**,

dioptrische) eine Undeutlichkeit, die sich auch bey der besten Einrichtung nie ganz heben läßt, und die desto beträchtlicher wird, je stärker die Vergrößerung in Vergleichung mit der Länge des Fernrohrs seyn soll. Man suchte anfänglich die Ursache hievon blos in der sphärischen Gestalt der Gläser, und glaubte ihr durch elliptische oder hyperbolische Gläser abhelfen zu können. Man gab den Gläsern überdies Bedeckungen oder Blendungen, wovon die Worte: **Blendung, Apertur** nachzusehen sind. **Huygens** fand es sehr vortheilhaft, die Blendung des Augenglases im astronomischen und Erdfernrohre innerhalb der Röhre an der Stelle des letzten Bildes anzubringen, welches auch noch bis jetzt zu geschehen pflegt. Eben dieser scharfsinnige Geometer entwarf in seiner Dioptrik zuerst eine vollständige Theorie der Fernröhre, und lehrte die Verhältnisse der Helligkeit, Deutlichkeit, Länge und Vergrößerung bestimmen. Man findet seine Regeln hierüber nebst einer Tabelle bey dem Worte: **Apertur.** **Euler** hat zwar in seiner Dioptrik (To. II. §. 194. sqq.) andere Regeln gegeben, die sich aber mit dem hugenianischen sehr wohl vereinigen lassen.

Es scheint zwar auf den ersten Blick, als ob man durch ein astronomisches Fernrohr von einer gegebnen Länge, z. B. von 2 Schuhen, jede Vergrößerung erhalten könnte, z. B. eine 100fache, wenn man zu einem Vorderglase von 2 Schuh Brennweite ein Augenglas von einer 100mal kleinern, d. i. von $\frac{1}{50}$ Schuh oder von $\frac{6}{25}$ Zoll Brennweite, nähme. Allein man würde in diesem Falle zwar die verlangte Vergrößerung, zugleich aber auch eine Undeutlichkeit erhalten, die das Fernrohr ganz unbrauchbar machen würde. Die Vergrößerung hat also für jedes Fernrohr gewisse Grenzen. Nach Huygens Theorie (s. **Apertur**) muß $b = \sqrt{\frac{1}{40} F}$; ingleichen $b = \frac{10}{11} f$ seyn, wenn das Fernrohr gut seyn soll. Hieraus folgt $F = \frac{4000}{121} f^2$, also $F^2 = \frac{4000}{121} F f^2$ und $\frac{F^2}{f^2} = \frac{4000}{121} F$. Nun ist $\frac{F^2}{f^2}$ die Quadratzahl der Vergrößerung, F aber die Brennweite des Vorderglases oder die Länge des

Fernrohrs (**weil die** geringe Brennweite des Augenglases hiebey nicht in Betrachtung kömmt). Es muß sich daher die **Länge des Fernrohrs, wie die Quadratzahl der Vergrößerung**, verhalten. Soll also ein astronomisches Fernrohr bey gleicher Helligkeit und Deutlichkeit dreymal so stark, als ein anderes, vergrößern, so muß man ihm eine neunmal so große Länge geben, u. s. w. Vergrößert ein Rohr von 1 Schuh Länge 20mal, so ist zu einer 100fachen Vergrößerung ein 25 Schuh langes Rohr nöthig.

Da schon die ersten sehr unvollkommnen Fernröhre so wundervolle Entdeckungen veranlasset hatten, so machte man sich die übertriebensten Erwartungen von dem, was Fernröhre mit starken Vergrößerungen am Himmel zeigen müßten. Man arbeitete daher um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eifrigst auf diesen Endzweck, den man nicht anders, als durch Fernröhre von großer Länge glaubte erhalten zu können. Daher kommen die ungeheuren Längen der Fernröhre, und die Gläser von so großen Brennweiten in der damaligen Periode. **Eustachius de Divinis** zu Rom und **Campani** zu Bologna wetteiferten in dieser Absicht mit einander; doch sind die Gläser des letztern weit berühmter geworden. Er verfertigte auf Befehl Ludwigs XIV. Gläser von 86, 100 und 136 pariser Fuß Brennweite, durch welche Cassini die zween nächsten Trabanten des Saturns entdeckte. Er hat zwar nur wenige Gläser von so beträchtlichen Brennweiten zu Stande gebracht; allein seine kleinern Objective finden sich noch jetzt häufig, und werden von den Beobachtern sehr geschätzt. **Huygens** selbst schrieb über das Schleifen der Gläser (Comment. de vitris figurandis in Opp. posth. Lugd. Bat. 1703. 4), und verfertigte Objective bis zu 210 Fuß Brennweite. **Auzout** in Frankreich brachte sogar eines von 600 Fuß zu Stande, konnte es aber aus Mangel einer schicklichen Vorrichtung nicht gebrauchen. **Peter Borel**, Mitglied der pariser Akademie, **D. Hook, Paul Neille, Reive** und **Cox** in England thaten sich sämmtlich von dieser Seite hervor. **Hartsoeker** schlif ebenfalls Objectivgläser von 600 Schuh Brennweite, und beschreibt (Essai de Dioptrique. Paris. 1694. 4.)

seine sehr sinnreiche Methode, sie zu verfertigen. Man kan sich leicht vorstellen, was für Mühe es gekostet haben müsse, Röhre von so ungeheuren Längen, die sich durch ihr eignes Gewicht krümmen, bey astronomischen Beobachtungen zu behandeln. Wer sich von den Schwierigkeiten dabey einen Begrif machen will, darf nur einen flüchtigen Blick auf einige Kupfertafeln in **Hevels** Machina coelesti oder im **Bianchini** (Hesperi et Phosphori nova phaenomena, Romae 1728. fol. maj. Tab. VII. und VIII.) werfen, wo solche Röhre von 70 und 120 römischen Palmen vorgestellt werden, die Campani 1684 in Rom zur Beobachtung des Monds aufrichtete. Dies veranlassete folgende Vorschläge, die großen Gläser ohne Röhren zu gebrauchen.

Fernglas ohne Röhren, Luftfernglas, Astroscopium tubi molimine liberatum, *Telescope aërien.* Eine Verbindung zweyer Gläser, wie im galileischen und astronomischen Fernrohre, wobey aber die Röhren wegbleiben, und das Objectiv oder Vorderglas in freyer Luft ausgestellt wird.

Huygens (Astroscopia compendiaria, tubi optici molimine liberata. Hagae Com. 1684. 4.) gab, um den unüberwindlichen Beschwerlichkeiten der langen Röhren auszuweichen, dieses sinnreiche Mittel an, die Röhren ganz zu entbehren. Er fasset das Objectivglas in ein ganz kurzes Rohr, das sich vermittelst einer Nuß nach allen Richtungen drehen läßt, und befestigt es in der Höhe an eine feste Stange, an den Giebel eines Gebäudes u. dgl. Die Axe dieses Rohrs konnte er mit einem seidnen Faden richten, und sie in eine gerade Linie mit der Axe einer andern kurzen Röhre bringen, worinn das Augenglas befindlich war, und die er in der Hand hielt. Auf diese Art konnte er Gläser von den größten Brennweiten in jeder Höhe des Gegenstandes, selbst im Zenith, gebrauchen, wenn nur ein Standpunkt von hinlänglicher Höhe vorhanden war, um das Objectivglas daran zu befestigen. Außerdem hatte er noch eine Erfindung angebracht, das Gestell, worauf die Röhre mit dem Objectivglase ruhete, an einer Stange zu erhöhen oder niederzulassen, je nachdem es die Stellung des

Gegenstandes erforderte. Da man heut zu Tage nach der Erfindung der Spiegelteleskope und achromatischen Fernröhre die langen Röhren gar nicht mehr braucht, so habe ich keine Abbildung dieser zu ihrer Zeit nützlichen Maschine geben wollen. Man findet aber dergleichen beym **Wolf** (Elem. Dioptr. Tab. VIII. Fig. 65.) und beym **Smith** (Lehrbegrif der Optik, durch Kästner, Taf. XIX. Fig. 56.), wo man auch **Huygens** ganze Schrift übersetzt lesen kan (S. 329. u. f.).

Bianchini (Hesperi et Phosphori nov. phaen. p. 59. und in Mém. de l'acad. roy. des Sc. 1713.) hat noch einige Verbesserungen dieser Maschine angegeben, so wie auch **de la Hire** (Mém. de l'acad. 1715.), der das Objectivglas nicht in ein Rohr, sondern in ein Bret, einschließt (s. **Smith** S. 335.).

Eine ähnliche, aber nicht ganz so bequeme, Vorrichtung hat auch **Hartsoeker** vorgeschlagen (s. Miscell. Berolin. To. I. p. 261.). Da die Röhren auch dienen, das fremde Licht von den Seiten her abzuhalten, so sind alle diese Erfindungen nur bey Nacht, schwerlich aber am Tage oder beym Mondscheine, zu gebrauchen.

Huygens Vorrichtung ist vorzüglich in England von **D. Pound** und dessen Vetter **Bradley** mit Nutzen gebraucht worden, um ein Objectivglas von 123 Fuß Brennweite zu behandeln, welches Huygens verfertiget, und der königlichen Societät geschenkt hatte. Pound sahe dadurch die Saturnstrabanten im Jahre 1718 zum erstenmale in England, und überzeugte seine Landsleute von ihrer Existenz, die sie bis dahin auf **Cassinis** bloßes Wort nicht hatten glauben wollen.

Weil aber dieses Hülfsmittels ungeachtet sowohl die Verfertigung als der Gebrauch der Gläser von so langen Brennweiten höchst beschwerlich blieb, so fuhr man noch immer fort, auf Mittel zu Verminderung der Abweichungen zu denken, damit man stärkere Vergrößerungen auch durch kürzere Fernröhre erhalten könnte. Man schlug dazu gefärbte Objectivgläser, Objectivringe von Glas, neue Einrichtungen der Fernröhre mit mehreren verschiedentlich

gestellten Gläsern u. dgl. vor, ohne doch den gewünschten Zweck zu erreichen. Ich will hiebey nur noch bemerken, daß Zusammensetzungen, worinnen Hohlgläser vorkommen, zur Verminderung der Farbenzerstreuung geschickter sind, als solche, die aus lauter Convexgläsern bestehen. Es ist keineswegs unmöglich, in einem gemeinen Fernrohre, auch ohne den Gebrauch zweyer Glasarten, die Farbenzerstreuung aufzuheben, wofern nur ein Hohlglas darinn vorkömmt, mit lauter Convexgläsern aber ist es schlechterdings unmöglich (s. *Lambert* sur les lorgnettes achromatiques in dem Nouv. mém. de Berlin. 1771. p. 338.). Vielleicht läßt es sich hieraus erklären, wie einige der ersten galileischen Fernröhre so starke Vergrößerungen ohne allzu große Undeutlichkeit haben aushalten können.

Endlich machte die Erfindung der **Spiegelteleskope**, welche gar keine Farbenzerstreuung verursachen, und also starke Vergrößerungen bey geringer Länge vertragen, in diesen Bemühungen einen sehr langen Stillstand. Man hielt es mit **Newton** sogar für unmöglich, in den Fernröhren mit bloßen Gläsern die Abweichung wegen der Farben auf irgend eine Art zu vermeiden, bis man durch **Dollonds** glückliche Versuche von dem Gegentheile überzeugt wurde. Diese Verbesserungen der Fernröhre aber sind so wichtig, daß ich ihrentwegen ganz auf die ihnen gewidmeten eignen Artikel: **Spiegelteleskop** und **Achromatische Fernröhre** verweisen muß.

Beschreibungen der äußern Theile und Nebenstücke eines Fernrohrs, z. B. der Fassungen der Gläser, der Röhren, Stative, gefärbten Gläser zur Betrachtung der Sonne u. dgl. wird man hier wohl nicht erwarten, zumal da fast jeder Künstler und Liebhaber hiebey seinen eignen Ideen und Bedürfnissen folget. Etwas von Röhren und Stativen hat **Wolf** (Elementa Dioptricae. Probl. 29 et 34.), aber freylich so, daß es für die jetzigen Fernröhre nicht mehr passend ist. Die englischen Künstler sind jetzt darinn die Lehrmeister der übrigen, und bearbeiten auch das Aeußerliche an den Fernröhren sehr fest und sauber. Uebrigens kömmt auf das genaue Centriren und die feste Stellung der

Gläser so viel an, daß ohne dieses die besten Gläser völlig unbrauchbar sind. Von den **Mikrometern** und **Heliometern**, die man bey Fernröhren anbringt, handeln eigne Artikel dieses Wörterbuchs. Man s. auch die Worte: **Binoculartelescop, Helioskop, Polemoskop, Vergrößerung, Auzometer.**

Bey der Beobachtung selbst übersieht man ein ganzes kreisrundes Feld, das **Gesichtsfeld**, und in sehr vielen Fällen ist daran gelegen, den Mittelpunkt desselben, der in des Fernrohrs Axe liegt, unterscheiden zu können. In dieser Absicht spannt man inwendig im Ocularrohre zween feine Fäden aus, die sich im Brennpunkte des letzten Augenglases rechtwinklicht durchkreuzen. Diese Fäden wird man durch das Augenglas deutlich sehen, und ihr Durchschnittspunkt wird die Mitte des Gesichtsfelds bestimmen. Man kan auch ein ebnes Glas gebrauchen, auf dem Linien statt der Fäden gerissen sind. Diese Veranstaltung heißt ein **Fadenkreuz**, und wird nicht allein oft bey astronomischen Beobachtungen, sondern auch vorzüglich da gebraucht, wo Fernröhre die Stelle der Dioptern bey Feldmesserwerkzeugen, astronomischen Quadranten u. dgl. vertreten. Dies heißen **teleskopische Dioptern**, und werden den **bloßen Dioptern** (nudis pinnicidiis) entgegengesetzt. Wenn alsdann der Durchschnittspunkt des Fadenkreuzes den Punkt, nach welchem man visiren will, bedeckt, so richtet sich die Axe des Fernrohrs, also auch die mit ihr parallele Visirlinie des Instruments (linea fiduciae) nach diesem Punkte. Das Visiren nach entlegnen Punkten erhält dadurch weit mehr Genauigkeit, als durch bloße Dioptern zu erreichen möglich ist, daher bey großen geometrischen Messungen, beym Wasserwägen und bey den astronomischen Winkelmessern keine andern, als teleskopische Dioptern, gebraucht werden. Zum erstenmale ist das Fernrohr auf diese Art von **Picard** im Jahre 1669 bey seiner Gradmessung in Frankreich gebraucht worden.

Montucla hist. des mathematiques, To. II. P. IV. L. 3.

Priestley Geschichte der Optik durch Klügel, S. 48 u. f. 158 u. f. 534.

Weidler Historia astronomiae. Viteb. 1741. 4. Cap. XV.
Smith vollständiger Lehrbegrif der Optik, durch Kästner, an mehrern Stellen.
Kästners Anfangsgründe der Dioptrik, §. 86 u. f.
Wolf Elem. Dioptricae, in Elem. Mathes. univ. Halae. 1715. 4. To. II.
Brisson Dict. raisonné de Physique, Art. *Lunette*, *Telescope*.

Feste Körper, Corpora solida, *Corps solides*, Körper, deren Theile so stark zusammenhängen, daß sie der Trennung einen merklichen Widerstand entgegen setzen, der sich nicht durch das Gewicht der einzelnen Theile allein überwinden läßt, auch nicht erlaubt, einen Theil des Körpers zu bewegen, ohne daß sich diese Bewegung dem Ganzen mittheile. Ihnen werden die flüßigen Körper entgegen gesetzt, bey welchen der Zusammenhang der Theile weit schwächer, und so gering ist, daß sie durch ihr bloßes Gewicht sich losreissen, ihre Lage ändern und allein ohne den ganzen Körper bewegt werden können. Umständlicher werden die Kennzeichen, wodurch sich beyde unterscheiden, bey dem Worte: **Flüßige Körper** angeführt.

Feste Punkte, s. **Hygrometer**, **Thermometer**.

Festigkeit, Soliditas, *Solidité*. Der Zustand eines Körpers, dessen Theile so stark zusammenhängen, daß sie sich nicht von selbst, oder durch ihr Gewicht allein, von dem Ganzen losreissen, oder ihre Lage gegen einander ändern können, daher auch jeder Theil seine Bewegung dem Ganzen mittheilt. Der Festigkeit setzt man die **Flüßigkeit** entgegen, s. **Flüßigkeit**.

In einem andern Sinne des Worts wird den Körpern oder den Zusammenfügungen mehrerer Körper **Festigkeit** (firmitas, stabilitas, *fermeté*) beygelegt, wenn die Trennung der Theile vom Ganzen eine sehr große Kraft erfordert. In dieser Bedeutung setzt man der Festigkeit die **Zerbrechlichkeit** entgegen, bey welcher sich die Theile mit geringer Kraft vom Ganzen trennen lassen, wenn sie auch schon nicht von selbst, oder durch ihr eignes Gewicht abfallen.

Fett, Pinguedo, Adeps, *Graisse*. Eine feste ölichte Substanz, welche sich in den thierischen Körpern an verschiedenen Theilen absetzt. Sie besteht aus einem milden, nicht flüchtigen Oele, welches seine Festigkeit blos einer innig damit verbundnen Säure, der **Fettsäure** oder **thierischen Säure** (Acidum pinguedinis animalis, *Acide de graisse*) zu danken hat. Die mineralischen Säuren und Laugensalze wirken auf das Fett eben so, wie auf die milden, nicht flüchtigen Pflanzenöle, welche keine harzige noch gummichte Eigenschaft haben, und nicht trocken werden, z. B. das Baumöl, die man daher **fette Oele** nennt.

Die Säure des Fetts ist vorzüglich von **Segner** (Diss. de acido pingued. animalis. Gott. 1754.) und von Hrn. **Crell** (Chem. Journal, Th. I. S. 60-94. Th. II. S. 112-128. Th. IV. S. 47-77.) untersucht worden, welcher letztere denen Mittelsalzen, die aus ihrer Verbindung mit andern Körpern entstehen, eigne Namen beygelegt hat. So giebt sie mit dem vegetabilischen Laugensalze Segners **thierischen Weinstein**, mit dem mineralischen Alkali das **mineralische Thiersalz**, mit dem flüchtigen Alkali Segners **thierischen Salmiak** u. s. w. Gegen diese Benennungen läßt sich doch erinnern, daß die Fettsäure keine eigentlich thierische, oder dem Thierreiche allein eigne Säure ist, weil auch fette Stoffe des Pflanzenreichs, z. B. die Cacaobutter, eine ähnliche Säure liefern.

Im natürlichen Zustande ist das Fett sehr mild; wenn aber die Säure durch die Hitze oder durch das Alter entwickelt und zum Theil entbunden worden ist, so wird es scharf, reizend und sogar ätzend. In diesem Zustande löset der Weingeist den ranzigen Theil davon auf, daher man durch Behandlung mit Weingeist das verdorbene Fett wieder verbessern kan. Das im Fette enthaltene Oel, welches der Butter und dem Wachse gleich kömmt, entspringt ohne Zweifel aus den ölichten Theilen der Nahrungsmittel, welche für die Ernährung des Körpers und für die Fortpflanzung überflüßig sind, und daher besonders abgesetzt werden.

Uebrigens pflegt man bisweilen allen denjenigen Substanzen den Namen der **Fettigkeiten** zu geben, welche sich im Wasser wenig oder gar nicht auflösen lassen, bey einem geringen Grade der Wärme flüßig oder schmierig werden, und mit einer Flamme brennen. Dergleichen sind nicht allein die thierischen Fette, als Talg u. dgl. sondern auch die fetten Oele, Balsame, Butter, Kampher, Wachs und Harz.

Macquer chym. Wörterb. durch Leonhardi. Art. Fett, Fettsäure.

Feucht, Humidum, *Humide*. Ueberhaupt nennt man einen Körper feucht, wenn er von Wasser oder andern flüßigen Materien durchdrungen ist, oder dergleichen in seinen Zwischenräumen enthält. So sagt man, ein Schwamm, ein Papier sey feucht, wenn sich Wassertheile in den Zwischenräumen dieser Körper aufhalten; man nennt die Luft feucht, wenn sie viel Wasser oder Dünste in sich enthält, es sey nun in unsichtbarer oder in concreter Gestalt, s. **Dünste**; man sagt, die Salze werden an der Luft feucht, weil sie die in der letztern enthaltenen Wassertheile in sich nehmen.

Insbesondere aber nennt man diejenigen Körper **feucht**, welche geneigt sind, das Wasser oder überhaupt das Flüßige, das sie enthalten, den sie berührenden Körpern mitzutheilen. In diesem Sinne wird das Wort **feucht** genommen, wenn man sagt, das Hygrometer zeige, wie feucht die Luft sey. Es zeigt eigentlich, wie stark die Disposition der Luft sey, das in ihr enthaltene oder aufgelöste Wasser der zum Hygrometer gebrauchten Substanz mitzutheilen.

Feuchtigkeit, Humiditas, Humor, *Humidité*. Dieses Wort wird in verschiedenen Bedeutungen gebraucht. Man nimmt es bald für den Zustand des feuchten Körpers (humiditas), s. **Feucht**, bald für das in ihm enthaltene Wasser selbst (humor). So sagt man, bey großer **Feuchtigkeit** der Luft werde der Erfolg der elektrischen Versuche gehindert, wobey durch Feuchtigkeit der Zustand der feuchten Luft selbst verstanden wird; man sagt aber auch, die Luft

enthalte viel **Feuchtigkeit**, d. i. viel wässerichte Theile. **De Lüc** (Beschreibung eines neuen Hygrometers, Philos. Trans. Vol. LXIII. no. 38. und deutsch in den Sammlungen zur Physik und Naturgesch. I. B. 1. St.) braucht, um das letztere auszudrücken, das Wort **Humor** für alle in der Luft enthaltene wässerichte Theile.

Die neuern Schriftsteller über die Hygrometrie, z. B. **de Saussure** und **de Lüc** verstehen unter dem Worte **Feuchtigkeit** *(humidité)* die Disposition, Wasser mitzutheilen, welche der Luft jedesmal eigen ist, und durch die Veränderungen des Hygrometers angezeigt wird. s. **Hygrometer**. Diese ist nicht ohne Ausnahme einerley oder proportional mit der Menge des in der Luft enthaltenen Wassers; sie ändert sich vielmehr sowohl mit dem Grade der Wärme, als auch mit der verschiedenen Beschaffenheit der Luft selbst, der in ihr enthaltenen Wassertheile und der zum Hygrometer gebrauchten Materie.

Feuchtigkeiten, Humores *Humeurs*, heißen oft auch diejenigen wässerichten flüßigen Materien, welche sich an andere Körper, besonders an die Hand, die sie berührt, anhängen, und sie benetzen, s. **Adhäsion**. So sind Wasser, Wein, Milch u. dgl. Feuchtigkeiten; das Quecksilber, das weder wässericht ist, noch sich an die Haut des menschlichen Körpers anhängt, bekömmt auch den Namen einer Feuchtigkeit nicht; man müßte denn sagen wollen, es sey in Ansehung der Metalle feucht, an die es sich anhängt. Auch Oele, ob sie gleich an der Hand anhängen, pflegt man nicht Feuchtigkeiten zu nennen. Hingegen ist nichts gewöhnlicher, als den flüßigen Theilen oder Säften des menschlichen und thierischen Körpers den Namen der **Feuchtigkeiten** zu geben.

Feuchtigkeiten im Auge, s. **Auge**.

Feuer, Feuerwesen, Feuerstoff, Wärmestoff, Elementarfeuer, Ignis, Ignis elementaris, Materia caloris s. calorifica, *Feu*, *Feu élementaire*. Die Sprache des gemeinen Lebens nennt alles dasjenige Feuer, was gewöhnlich als Mittel gebraucht wird, in andern Körpern die

Phänomene und Wirkungen der Wärme hervorzubringen, d. h. sie zu erhitzen, zu schmelzen, in Dämpfe zu verwandeln, zu entzünden und zu verbrennen. Dergleichen Mittel sind die Flamme brennender Körper, die glühenden Kohlen u. dgl. Da man nun in der Naturlehre sehr oft genöthiget ist, den Erscheinungen der Wärme eine Ursache beyzulegen, ob man gleich, aufrichtig zu gestehen, von dieser Ursache sehr wenig Gewisses weiß, so braucht man für dieselbe ebenfalls den Namen **Feuer**, den man aber in dieser Bedeutung von dem, was im gemeinen Leben Feuer genannt wird, oder von dem **Küchenfeuer** und der Flamme, sehr sorgfältig unterscheiden muß. Demnach ist Feuer dasjenige, was in einem Körper Wärme hervorbringt, die unbekannte Ursache der Wärme.

Da doch die meisten Naturforscher diese Ursache ganz oder zum Theil von einer eignen Substanz herleiten, welche durch die ganze Körperwelt verbreitet seyn, und eine sehr starke Wirkung auf andere Substanzen äußern soll, so habe ich kein Bedenken getragen, die Namen **Feuerwesen, Elementarfeuer** rc. welche sie dieser Substanz beylegen, hier als gleichbedeutend mit dem Worte Feuer selbst anzuführen.

Zwar haben auch andere Naturforscher von nicht geringem Ansehen das Feuer blos für einen Zustand der Körper, oder für eine nach gewissen Modificationen erfolgende Bewegung ihrer feinsten Theile halten wollen, ohne ein besonderes Feuerwesen oder Elementarfeuer anzunehmen. In diese Classe gehören der Kanzler **Bacon** (De forma Calidi in Opp. Amst. 1653. 12.) und **Descartes**, welcher das Feuer für eine Bewegung des ersten Elements oder der subtilen Materie erklärt, wodurch die Theile der Körper mit fortgerissen werden. Selbst **Newton** scheint in seinen der Optik beygefügten Fragen diese Meynung zu begünstigen, und das Feuer blos für denjenigen Zustand der Körper zu halten, in welchem sie durch eine heftige schwingende Bewegung die in ihnen befindliche Lichtmaterie aussenden. s. **Flamme.** Auch die Herren **Marivetz** und **Goussier**, Verfasser der in einem sehr weitläuftigen Plane angefan-

genen Physique du monde, sind dieser Meinung zugethan. Es lassen sich aber hiegegen sehr gegründete Einwendungen machen. Die lockersten Körper z. B. nehmen eben den Grad der fühlbaren Wärme an und pflanzen ihn fort, den die benachbarten viel dichtern haben; alle Körper, selbst die, welche nur eine schwache Elasticität besitzen, pflanzen dennoch die Wärme leicht durch sich fort, obgleich sonst alle schwingende Bewegungen durch die Dazwischenkunft weicher unelastischer Körper gedämpft und aufgehoben werden. Endlich wird eine jede Bewegung desto langsamer, schwächer und unmerklicher, je größer die Masse ist, durch welche sie sich vertheilt; das Feuer hingegen verbreitet sich mit gleicher Stärke seiner Wirkungen aus den geringsten Massen in die größten, und kann ganze Städte verheeren, wenn es auch nur aus einem Fünkgen glimmender Asche entstanden ist. Diesen letztern Einwurf findet selbst **Euler** (Diss. de igne im Recueil des pieces, qui ont remporté le prix à l'Acad. roy. des Sc. ann. 1738.), ein sonst sehr cartesianisch gesinnter Physiker, so stark, daß er es für nothwendig hält, ein elastisches Feuerwesen anzunehmen. Auch möchten sich wohl die Phänomene der Verbrennung aus einer bloßen innern Bewegung der Theile schwerlich so befriedigend erklären lassen, als dies bey einigen der neuern Hypothesen, welche ein eignes Feuerwesen voraussetzen, möglich ist. Aus diesen Gründen wird das Daseyn einer solchen Substanz anjetzt mit fast allgemeiner Uebereinstimmung angenommen.

Desto größer aber ist die Verschiedenheit der Meinungen über die Beschaffenheit dieses Feuerwesens, über seine Verhältnisse gegen andere Stoffe, und über die Art und Weise, wie es die Erscheinungen der Wärme, die Verdampfung, Schmelzung und Verbrennung der Körper bewirkt. Einige halten das Elementarfeuer für nichts anders als für die Materie des Lichts; andere unterscheiden es von derselben, oder sehen doch das Licht als eine eigne neue Modifikation des Feuerwesens an. Viele haben das, was die Körper entzündlich oder verbrennlich macht, das sogenannte **Phlogiston** für ein in den Körpern befindliches gebundenes Feuer, gehalten, andere aber haben Feuer und Phlogiston

als zween besondere sich entgegengesetzte Stoffe, betrachtet. Einige nehmen das Feuer für ein allgemeines Auflösungsmittel aller Körper an, andere glauben hingegen, daß dasselbe, um wirksam zu werden, und die Erscheinungen der Wärme zu zeigen, selbst eines neuen hinzukommenden Auflösungsmittels bedürfe. Diese ungemeine Verschiedenheit der Meinungen hat ihren natürlichen Grund darinn, daß hier die Rede von einer Ursache ist, die wir nie an sich selbst untersuchen, sondern blos aus ihren Wirkungen beurtheilen können. Das einzige nun, was sich aus diesen mit einiger Gewißheit folgern läßt, ist, daß das Feuer ein feines, flüssiges, höchst elastisches Wesen sey, das alle Körper durchdringt, verschiedene Verwandschaften gegen dieselben äussert, und in ihnen in verschiedener Menge sowohl, als auf verschiedene Weise, enthalten seyn kan. Alles übrige beruht auf Schlüssen und Vorstellungsarten, welche der eine Naturforscher auf diese, ein anderer auf andere Erfahrungen baut, und die uns noch bis jetzt kein sicheres Resultat über die Natur und Wirkungsart des Feuers verschafft haben. Bey dieser Lage der Sache kan ich hier nichts mehr thun, als einige der vornehmsten Meinungen über das Feuer anführen, unter welchen die neuesten der Herren **Crawford** und **de Lüc** anjetzt die meiste Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Einige Meinungen der ältern Chymisten über das Feuer hat **Johann Friedrich Meyer** (Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalks, Hannover und Leipz. 1770. 8. Cap. 23.) angeführet, vornehmlich in der Absicht, um zu zeigen, daß die von ihm angenommene fette Säure bereits ein Gedanke der Alten gewesen sey. Uebrigens läuft fast alles, was sich darinn findet, auf dunkle und geheimnißvolle Benennungen hinaus, da das Feuerwesen ein von dem gemeinen unterschiedener Schwefel (sulphur, sed non vulgi), ein Kind der Sonne, ein unsichtbarer und unfühlbarer saurer Geist, ein Salz, das aus den obern Regionen Wärme und Licht an sich ziehe, genannt wird. **Becher** wird als der erste angegeben, der das Feuerwesen für eine Erde gehalten habe, welche Meinung nach-

her durch die Betrachtung des Rußes und der Kohlen bestärkt, aber darauf eingeschränkt worden sey, daß zwar das reine Feuerwesen nicht selbst in einer Erde bestehe, aber sich doch allezeit in einer solchen eingeschlossen befinde. Dies letztere bezieht sich auf die von **Stahl** in die Chymie eingeführte Idee des Phlogistons, als eines durch fremden Stoff gebundnen Feuers.

Boerhaave (De igne, in s. Elem. Chem. To. I. p. 116. der leipz. Ausg. in 8.) unterscheidet das Feuer, als eine **Materie von eigner Art** (sui generis) von dem Brennbaren. Nach ihm ist dasselbe eine elementarische Materie von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenschaften, welche weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neue hervorgebracht werden kan. Er glaubt, diese Substanz sey durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet, bleibe aber völlig verborgen, und äußere sich nur durch ihre Wirkungen, nemlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnung der Körper und Verbrennung. Nach Beschaffenheit der Umstände äußern sich bisweilen alle diese Wirkungen auf einmal, bisweilen nur einige allein. Daher empfinden wir oft Licht ohne Wärme, wie bey den Phosphoren, faulem Holze rc. bisweilen Wärme ohne Licht, wie bey erhitzten Körpern, die noch nicht glühen u. s. w. Keine Wirkung des Feuers aber kan erfolgen, wenn nicht dasselbe aus seinem natürlichen Gleichgewichte gesetzt, und in einen engern Raum, als vorher, gebracht wird. Dies kan auf eine doppelte Art geschehen, entweder dadurch, daß die Feuertheile in gerade Linien oder Stralen geordnet werden, welches die Wirkung der leuchtenden Körper ist, oder durch eine wirkliche Verdichtung, dergleichen durch das Reiben der Körper an einander entstehet.

Macquer (Chymisches Wörterbuch, Art. **Feuer**) sieht nebst vielen andern Chymikern die **Lichtmaterie** als das reine elementarische Feuer an. So bald aber dieselbe ein Bestandtheil der Körper selbst geworden ist, bekömmt sie bey ihm den Namen des **Brennbaren** oder des fixen Feuers, und die Wärme besteht in einer heftigen durch Er-

schütterung erzeugten Bewegung aller gleichartigen und ungleichartigen, besonders aber der brennbaren Theile, die einen Körper ausmachen. Das freye Feuer ist nach seiner Meinung eine sehr zarte Materie, von unendlich kleinen und feinen Theilen, die gar keinen Zusammenhang unter einander haben und durch eine immerwährende reissende Bewegung getrieben werden. Es ist also stets flüßig, ja sogar die einzige Ursache aller Flüßigkeit, auch in andern Körpern. Er untersucht dann, ob Wärme und Licht von einer einzigen oder von verschiedenen Substanzen herrühren. Daß das Licht eine eigne Substanz sey, hält er für entschieden, da man dessen Bewegung und Geschwindigkeit kenne, auch seine Richtung zu ändern, es zu sammlen, zu zerstreuen, in die Zusammensetzung der Körper zu bringen und daraus wieder zu scheiden vermögend sey. Die Wärme hingegen scheint ihm blos ein besonderer Zustand zu seyn, dessen jede materielle Substanz fähig ist, ohne daß sie dadurch aufhöret, das zu seyn, was sie ist; daher er sie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun das Licht, wie die Brenngläser beweisen, Wärme erregt, auch in den meisten Fällen die Wärme, wofern sie nur stark genug ist, Licht hervorbringt, so trägt er kein Bedenken, beyde Wirkungen einer und eben derselben Substanz beyzulegen. Die verbrennlichen Körper besitzen die Eigenschaft, wenn sie durch die Wärme bis zum Glühen gebracht worden sind, alle Erscheinungen und Wirkungen des Feuers selbst hervorzubringen, so lange, bis alles Licht, welches in ihrer Mischung war (alles Brennbare) daraus gänzlich entbunden ist. Daher sind drey Arten, das Feuer hervorzubringen, deren man sich in der Chymie und den Künsten bedienen kan, nemlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Materien. Das Licht wirkt auf die Körper, als Feuerwesen, blos alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kan; und alle Wirkungen, die es in dieser Absicht thut, lassen sich auf eine einzige, auf Ausdehnung, zurückführen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht sie sichtbar, und wirkt als Licht: das in sie eindrin-

gende erwärmt, und wirkt als Feuer, obgleich beydes eine und eben dieselbe Materie ist.

Pott (Von Licht und Feuer, in dessen Lithogeognosie, Th. I. S. 66. 70.) setzt die Natur des Feuers in die genaue Vermischung und Bewegung des Lichtwesens mit einer zarten **brennlichen Erde**, die er auch das Feuerwesen des **Phlogistons**, oder gemeines reines Feuer, nennt. Hinzukommendes Wasser oder feuchte Luft bringen mit diesem in Bewegung gesetzten Phlogiston die Flamme hervor. **Wallerius** (De materiali differentia luminis et ignis in Disp. acad. Fasc. I. Holm. et Lipf. 1780. 8. no. VIII.) macht den Wärme erregenden Stoff zu einer höchst flüßigen, feinen, beweglichen, flüchtigen und elastischen Substanz, die mit der Lichtmaterie verbunden ist, und von derselben ihre Wirksamkeit erhält, an eine feine erdige Materie gebunden aber das Phlogiston giebt. Das Feuer erklärt er für die Bewegung und Zersetzung des Wärme erregenden Stoffs und des Phlogistons, wobey die mit jenem verbundene unzerstörbare Materie des Lichts frey und sichtbar werde. Nach Herrn **Weigel** (Grundriß der reinen und angewandten Chemie, Greifswalde 1777. 8.) und **Baume** (Erläuterte Experimentalchymie, Th. I. S. 132. ff.) ist das Feuer eine Materie, welche Licht und Wärme als Wirkungen hervorbringt, und wenn sie zu einem Bestandtheile der Körper geworden ist, sich entweder frey in ihnen aufhält, den Grundstoff der Kausticität ausmacht, und das **Feuerwesen** genannt wird, oder durch eine feine Erde gebunden ist, und den Namen des **Brennbaren** erhält.

Johann Friedrich Meyer (Chemische Vers. zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalchs, Hannover und Leipz. 1764. 8. neuere Ausg. 1770. 8.) unterscheidet die erste reinste Materie des Feuers, die von ihm so genannte **fette Säure** (acidum pingue) und das Brennbare von einander. Die reinste elementarische Feuermaterie ist nach ihm das Licht. Aus ihr und einem übrigens noch unbekannten sauren Salzwesen läßt er die fette Säure entstehen, welche bey jeder Verbrennung und Verkalkung in Bewegung gesetzt werden, und die Materie des gemeinen Küchenfeu-

ers ausmachen soll. Das Brennbare besteht nach seiner Meinung aus dem Lichte, der fetten Säure, Erde und Wasser, und wird von ihm nicht als ein besonderes Principium, sondern vielmehr als eine Zusammensetzungsart angesehen, welche in jedem Körper, der brennen soll, vorhanden seyn muß.

Carl Wilhelm Scheele (Chemische Abhdl. von der Luft und dem Feuer, Upsala und Leipzig 1777. 8.) nimmt im Gegentheil das **Brennbare**, als ein einfaches elementarisches Wesen, an. Aus demselben und der fixen Luft oder der von ihm sogenannten **Luftsäure** entsteht nach seiner Meinung die **Feuerluft**, oder das, was man sonst mit **Priestley** reine dephlogistisirte Luft nennet. Diese Luft verwandelt sich durch die Vereinigung mit einer geringern oder größern Menge von Brennbarem in die **stralende Hitze**, die nach Art einer mit Brennbarem verbundenen Säure auf die Körper wirkt, die Empfindung der Wärme und die Wirkungen des Feuers hervorbringt, und also in diesem freylich etwas sonderbar scheinenden System die eigentliche Materie des Feuers ist. Wenn diese stralende Hitze mit noch mehrerem Brennbaren in Verbindung tritt, so wird daraus das **Licht**, und bey noch mehrerer Uebersättigung mit Brennbarem das **entzündbare Gas** hervorgebracht. Das **Feuer** ist der Zustand, in welchen die brennbaren Körper durch Hülfe der Feuerluft gerathen, nachdem sie vorher einen gewissen Grad der Hitze empfangen haben, wobey das Brennbare von den andern Materien, mit welchen es verbunden war, gewaltsam losgerissen wird, und dadurch eine Auflösung der Körper in ihre Bestandtheile und eine gänzliche Zersetzung derselben verursacht. Dieses System ist nicht nur von seinem berühmten Urheber mit vielen chymischen Versuchen unterstützt, sondern auch von **Bergmann** (Anleitung zu chemischen Vorlesungen, auch in der Vorrede zu Scheeles Schrift selbst) in seinen vornehmsten Theilen gebilliget worden. Es gründet sich vornehmlich darauf, daß **Scheele** durch sehr feine Versuche in der Materie des Lichts ein brennbares Wesen fand, und demnach zu entdecken glaubte, daß die Lichtmaterie nicht ganz so, wie

das Brennbare selbst, wirke, daher er ihr den Begriff eines einfachen Stoffs nicht beylegen wollte. Es lassen sich aber gegen die Schlüsse, welche er aus seinen Versuchen gezogen hat, noch sehr erhebliche Einwendungen machen, welche man beym **Wallerius** in der vorhin angeführten Dissertation De materiali differentia luminis et ignis vorgetragen findet, so wie es auch schwer zu begreifen ist, wie man so oft Leuchten ohne Wärme und Hitze ohne Licht empfinden könne, wenn das Licht in nichts anderm, als einer mit mehrerem Brennbaren übersetzten Wärme besteht. Dennoch weicht in vielen Stücken das Scheelische System von den neuern so weit nicht ab, als es anfänglich scheinet.

Lavoisier (Mémoire sur la combustion in Mém. de l'acad. roy. des Sc. à Paris, 1777. p. 592. deutsch in s. Werken von **Weigel** übersetzt, Th. III. Greifsw. 1783. 8. S. 170. auch in **Crells** neusten Entdeckungen, Th. V. S. 188.) nimmt den Stoff des Feuers, oder der Hitze und des Lichts für einerley an, und glaubt, dieser Stoff sey das Auflösungsmittel, welches mit einem andern Grundtheile verbunden, die reine Luft ausmache. Wenn nun ein hinlänglich erhitzter Körper mit der atmosphärischen Luft (welche zum Theil reine Luft enthält) in Berührung komme, so entziehe er ihr den Grundtheil, der Feuerstoff werde frey, und gehe mit Hitze und Licht, d. i. mit Flamme davon. So werde der reine Theil der Luft zersetzt, und es bleibe nur der verdorbene, oder die sonst so genannte phlogistisirte Luft übrig; der angezogne Grundtheil der reinen Luft aber bleibe im Reste des verbrannten Körpers zurück. Diese Theorie hat viel Einnehmendes und Einfaches, erklärt viele Erscheinungen, und fand deswegen in Frankreich großen Beyfall. Da aber hiebey gar kein Phlogiston angenommen wird, für dessen Daseyn doch viel Gründe vorhanden sind; da auch die Lichtmaterie schwerlich ganz einerley mit dem Feuerstoff seyn kan, und der Grundtheil der Luft in dem Rückstande der Verbrennung noch nicht überzeugend hat dargestellt werden können: so hat diese Hypothese viel von ihrem Ansehen verlohren. (s. *Gren* Obs. et Exp. circa genesin aëris fixi et phlogisticati. Halae, 1786. 8.)

Kein Naturforscher hat mehr Mühe angewandt, die Materie des Feuers dem Auge sichtbar darzustellen, als **Marat** (Decouverte sur le feu, l'electricité et la lumiere. à Paris. 1779. 8. ins Deutsche übers. mit Anmerkungen von **C. E. Weigel**, Leipzig, 1783. gr. 8. ingl. Recherches sur le feu par Mr. *Marat*. Paris. 1780. 8.). Er hat sich dazu des Sonnenmikroskops im verfinsterten Zimmer bedient, und mit Hülfe desselben aus glühenden Körpern etwas in Gestalt feuriger Wellen aufsteigen gesehen, welches besondere Verwandschaften gegen andere Stoffe, denen es begegnete, z. B. gegen Wasser, Salze, Erden, Metalle, Phlogiston und Lichtmaterie äußerte. Seinen zahlreichen Beobachtungen zufolge ist dieses Wesen von der Lichtmaterie, dem Phlogiston und der elektrischen Materie wesentlich unterschieden. Er giebt ihm den Namen der **Feuermaterie** oder der **feurigen Flüßigkeit** (*fluide igné*), und erklärt es für eine eigne Substanz, deren Theile sehr durchsichtig, zart, schwer, beweglich, äußerst hart und kugelförmig sind. Diese Substanz macht einen Bestandtheil der Körper aus, und das Feuer besteht in dem thätigen Zustande derselben, in welchem sie durch die Bewegung ihrer Theile in den Körpern Wärme und Flamme hervorbringt. **Marat** brachte in den Lichtkegel seines Sonnenmikroskops nicht allein Körper, die vom Feuer zerstört werden, z. B. einen brennenden Wachsstock, eine glühende Kohle u. dgl., sondern auch solche, die von ihrem Bestande eigentlich nichts verlieren, als glühende Stücken Silber, Porcellan, Bergkrystall u. s. w., sahe aber allezeit auf der weißen Leinwand, die das Bild auffieng, einen hoch aufsteigenden weißen Cylinder, der sich oberwärts erweiterte und in lauter gekräuselte Wellen verbreitete. Es scheint aber der Schluß, daß sich hier die Feuermaterie selbst darstelle, mit allzuviel Uebereilung gezogen zu seyn. Vielleicht bestand diese aufsteigende Säule blos aus dem Brennbaren, welches die Kohle und der Wachsstock bey ihrer Zersetzung aus sich selbst hergaben, die unzerstörlichen Materien aber aus den Körpern, zwischen welchen sie geglühet worden waren, angenommen hatten und wieder von sich gehen ließen, und welches durch

den Schein des brennenden oder glühenden Körpers selbst erleuchtet ward. Er führt selbst an, daß sich die aufsteigende Säule durch den Luftstrom eines Blasebalgs aus ihrer geraden Richtung bringen und nach der Seite oder unterwärts lenken lasse, welches doch für eine so feine Materie, die alle Körper durchdringen soll, eine sehr grobe Erscheinung ist. Uebrigens bringt er noch Versuche bey, welche gegen die Erfahrungen der mehresten Naturforscher erweisen sollen, daß die Körper, wenn sie heiß sind und glühen, **schwerer** werden. Er wählte hiezu solche Körper, die im Feuer nicht so leicht etwas von ihrer Substanz verlieren. Eine 6 Unzen wiegende silberne Kugel hatte bey dem Rothglühen $5\frac{1}{2}$ Gran mehr am Gewichte, und eine bis zum Weißglühen erhitzte kupferne Kugel von 15 Unzen und 6 Quentchen, wog, ohnerachtet sie nach dem Erkalten drey Gran von ihrer Substanz verlohren hatte, glühend doch zwey Gran mehr. Wenn dies richtig wäre, so bewiese es allerdings unläugbar, daß erhitzte Körper eine Materie in sich nehmen, die vielleicht oft auch nur hindurchgeht, ohne sich in ihnen festzusetzen, die sich doch aber auch bisweilen festsetzen kan. Nach Herrn Marat soll diese Materie, oder seine feurige Flüßigkeit, sogar specifisch schwerer, als die Luft, seyn, welcher Satz allzuparadox ist, als daß er nicht noch weit mehrerer Bestätigung bedürfen sollte. Aehnliche Versuche über die Schwere des Feuers hat schon **Boyle** (De ponderabilitate flammae in Opp.) angestellt. Er glaubte, eine Schwere des Feuers daraus schliessen zu können, so wie **Homberg** 4 Unzen Spießglaskönig, die hinter dem großen pariser Brennglase einer starken Hitze waren ausgesetzt worden, 3 Drachmen schwerer, als vorher fand. **Boerhaave** bezeugt, daß er dies bey seinen Versuchen nie gefunden habe, und **Musschenbroek** bestreitet diese Abwägungen sehr richtig aus dem Grunde, weil ein Körper, den man einmal kalt, das anderemal heiß wiegt, das erstemal in dichterer, das anderemal in dünnerer Luft gewogen wird, und also schon darum das leztemal schwerer scheinen muß. s. **Gewicht.**

Eine der sinnreichsten Theorien über Wärme und Feuer ist diejenige, welche **D. Adair Crawford**, ein junger Arzt zu London (Experiments and observations on animal Heat and the inflammation of combustible bodies. London, 1779. 8. mai. **A. Crawfords** Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme und die Entzündung brennbarer Körper, mit **W. Morgans** Erinnerungen wider die Theorie des Herrn C. Leipzig, 1785. 8.), vorgetragen hat. Sie gründet sich zwar ganz auf Versuche, welche die Herren **Wilke, Black** und **Irwin** schon seit dem Jahre 1772 angestellt hatten; aber die Beschuldigung, als ob die Theorie selbst von diesen Gelehrten entlehnet sey, ist ungegründet und es haben ihr die beyden zuletztgenannten selbst ausdrücklich widersprochen. Um diese Theorie mit möglichster Kürze und Deutlichkeit vorzustellen, werde ich derjenigen Ordnung folgen, welche die Herren **Lichtenberg** (in den Erxlebenschen Anfangsgr. der Naturlehre, Göttingen, 1787. 8. §. 494. b, u. f.) und **Karsten** (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. XXVI. Abschn.) bey dem Vortrage derselben beobachtet haben.

Crawford's Theorie von Wärme und Feuer.

Wer ein Elementarfeuer, oder eine materielle Ursache der Wärme annimmt, der wird auch den Satz gelten lassen, daß dasselbe nach den Gesetzen der Verwandschaft bald mit verschiednen Körpern in Verbindung treten, bald wiederum von denselben abgeschieden werden könne; wenigstens läßt sich die Erzeugung der Kälte bey Auflösungen der Salze, die Erhitzung des ungelöschten Kalks mit Wasser, nebst andern ähnlichen Erscheinungen ohne diese Regel schwerlich auf eine befriedigende Art erklären. Man muß daher annehmen, daß sich das Feuer oder die Materie der Wärme bald in einem **freyen**, bald im **gebundenen** Zustande befinde.

Freyes Feuer, welches man auch **freye** oder **fühlbare, empfindbare Wärme** (sensible heat) nennen kan, wirkt auf unser Gefühl und aufs Thermometer. Die Empfindung, welche es in uns erregt, nennen wir ebenfalls Wärme, und wenn sie heftig ist, **Hitze**. Freyes Feuer breitet

sich so lang durch alle benachbarte Körper aus, bis sie alle einerley Temperatur haben, d. i. bis das Thermometer bey allen gleich hoch stehet. **Gebundnes Feuer** hingegen heißt dasjenige, welches weder auf das Gefühl, noch auf das Thermometer wirkt, sondern gleichsam einen bleibenden Bestandtheil den Körper auszumachen scheint.

Jede Materie, welche von allen Seiten mit freyem Feuer oder mit wärmern Körpern umgeben ist, wird dadurch wärmer, wofern nicht etwa ein Theil der Wärme dabey gebunden und unthätig gemacht wird. Sind die Massen, die sich berühren, gleichartig, so vertheilt sich der Ueberschuß der Hitze der wärmern über die kältere unter die ganze Masse gleichförmig. Wenn also a, b, die Massen zweener zu vermischenden Körper, m, n, die ihnen zugehörigen Grade der Wärme sind, so wird der Grad der Wärme der Mischung $= \frac{am + bn}{a + b}$ seyn. Dies ist die schon von **Richmann** (Nov. Comment. Petrop. Tom. I. p. 152. 168. sqq.) angegebne Regel, bey welcher übrigens kleine Abweichungen von den Versuchen nicht befremden dürfen, theils, weil doch bey jeder Vermischung ungleich warmer Materien etwas Wärme verlohren geht, theils, weil gleiche Grade des Thermometers bey weitem nicht vollkommen gleiche Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme anzeigen. Aus dieser Regel läßt sich unter andern auch finden, wie viel Wasser u. dgl. von gegebnen Temperaturen m, n man zusammen gießen müsse, um eine Mischung von einer mittlern Temperatur μ daraus zu erhalten. Aus $\mu = \frac{ma + nb}{a + b}$ folgt $a : b = \mu - n : m - \mu$. Man soll z. B. eine Mischung von 86 Grad Temperatur aus kälterm Wasser von 50 Grad, und wärmern von 110 Grad hervorbringen; so werden sich die dazu nöthigen Antheile des kältern und wärmern Wassers, wie $110 - 86 : 86 - 50 = 24 : 36 = 2 : 3$ verhalten müssen.

Diese Regel trift mit ziemlicher Genauigkeit zu, wenn die vermischten Materien gleichartig, z. B. beyde Wasser,

beyde Quecksilber, sind. Bey Vermischung ungleichartiger Massen aber fallen die Resultate ganz anders aus. Wird 1 Pfund Wasser von 110 Grad Wärme mit 14 Pfunden Quecksilber von 50 Grad Wärme vermischt, so sollte die Mischung den vorigen Regeln zu Folge $\frac{110 + 14.50}{15} = 54$ Grad Wärme haben; sie erhält aber, wenn man den Versuch wirklich anstellt, 86 Grad empfindbare Wärme oder freyes Feuer. Dies zeigt offenbar, daß 4 Pfunde Quecksilber nicht so viel Feuer oder Wärme binden und unthätig machen, als 14 Pfunde Wasser.

Um aus 1 Pfund Wasser von der Temperatur 110 Grad eine Mischung von 86 Grad Temperatur zu bereiten, hätte man, der vorigen Rechnung zu Folge, $\frac{2}{3}$ Pfund Wasser von 50 Grad Temperatur hinzuthun müssen. Diese $\frac{2}{3}$ Pfund Wasser hätten also eben so viel freyes Feuer gebunden, als 14 Pfund Quecksilber. Mithin nimmt 1 Pfund Wasser eben so viel Wärme an, als 21 Pfund Quecksilber; oder das Vermögen des Wassers, Wärme anzunehmen und zu binden, ist 21mal größer, als das ähnliche Vermögen einer gleichen oder gleich schweren Masse Quecksilber. Dieses wird jedesmal statt finden, wo Wasser und Quecksilber sich zusammen erhitzen und abkühlen. Man nennt die Zahl, welche ausdrückt, wie viel mehr oder weniger Wärme ein bestimmtes Gewicht von einer gewissen Materie dem Wasser mittheilt oder auch wieder von ihm annimmt, als ein gleiches Gewicht Wasser von gleicher Temperatur, die **specifische Wärme** der Materie. In diesem Sinne ist $\frac{1}{21}$ die specifische Wärme des Quecksilbers, wenn die des Wassers = 1 ist. Es ist eigentlich die Fähigkeit des Quecksilbers, Wärme zu binden, 21mal geringer, als eben diese Fähigkeit des Wassers, oder durch eben die Menge Feuer wird Quecksilber 21mal stärker erhitzt, als eine gleiche Masse Wasser; daher man diese specifische Wärme auch **Capacität** zu nennen pflegt. Von den Untersuchungen über die specifische Wärme der Körper, und den Tabellen, welche **Kirwan, Wilke** u. a. hierüber mitgetheilt haben,

wird unter dem Artikel: **Wärme, specifische** etwas mehreres vorkommen.

Absolute Wärme hingegen heißt die Summe aller in einem gegebnen Körper enthaltenen Wärme-Materie. Bey gleichartigen Materien von gleicher Temperatur werden sich natürlich die absoluten Wärmen, wie die Massen verhalten. Bey ungleichartigen Materien aber, oder beym Uebergange der Körper aus einem Zustande in den andern findet sich hierinn eine sehr große Verschiedenheit. Schon **Wilke** (Von des Schnees Kälte beym Schmelzen, in den schwed. Abhdl. 34. Band für das Jahr 1772. S. 93.) hat einen merkwürdigen hieher gehörigen Versuch angestellt. Wenn man 162° warmes Wasser mit 32° kaltem zu gleichen Theilen vermischt, so ist die Temperatur der Mischung den obigen Regeln gemäß 97°. Mischt man aber mit eben dem warmen Wasser gleich viel 32° kaltes **Eis** oder **Schnee** dem Gewicht nach, so steigt die Temperatur des Gemisches nicht über 32°, und es bleibt oft noch ein Theil des Schnees ungeschmolzen. Hieraus erhellet augenscheinlich, daß das 32° kalte Eis, um ein eben so kaltes Wasser zu werden, so viel Feuer nöthig hat, als sonst hinreichend ist, eine gleiche Quantität Wasser bis auf 162° zu erhitzen, oder daß es 130° Wärme verschluckt und bindet, daß sie nicht mehr aufs Gefühl und Thermometer wirken kan. Dagegen muß das Wasser beym Gefrieren, oder wenn es sich in Eis verwandelt, eben so viel Feuer oder absolute Wärme absetzen. Aehnliche Phänomene zeigen sich beym Zerschmelzen und Anschießen der Salze, bey dem Erstarren der geschmolzenen Metalle, bey der Verwandlung des Wassers in Dämpfe und der Verdichtung der letztern zu Wasser. Man hat hierauf Methoden gegründet, die Menge der absoluten Wärme in den Körpern zu bestimmen, d. i. auszumachen, wie hoch sie ein Thermometer treiben würde, wenn man sie auf einmal in Freyheit setzte. So hat man gefunden, daß eiskaltes noch nicht gefrornes Wasser noch so viel gebundne Wärme enthält, daß dieselbe, wenn sie auf einmal frey würde, eine empfindbare Hitze von 1300 fahrenheitischen Graden erregen würde, eine Hitze, welche überflüßig hin-

reichend ist, Eisen rothglühend zu machen. s. **Wärme, absolute.**

Nach den hierüber angestellten Versuchen enthält die gemeine Luft gegen 19mal mehr **Feuer** oder absolute Wärme, und die dephlogistisirte gegen 87mal mehr als ein gleiches Gewicht Wasser von gleicher Temperatur; auch die gemeine Luft 69 und die dephlogistisirte 322mal mehr, als das Gewicht gleich viel fixer und phlogistisirter Luft. Die Metalle enthalten weniger Feuer, als ihre Kalke, z. B. der Spießglaskönig, beynahe 3mal weniger, als der Spießglaskalk. Vitriolsäure enthält mehr denn 4mal so viel Feuer, als der Schwefel; das Pulsadernblut mehr, als das in den Blutadern; das Wasser mehr als das Eis. Mehrere Beyspiele hievon zeigen die bey dem Worte: **Wärme, specifische** mitgetheilten Tabellen. Alle diese Beyspiele aber scheinen nachfolgende Regel zu bestätigen.

Wenn mit einer Masse mehr Phlogiston verbunden wird, so wird dadurch ihre Fähigkeit, das Feuer zu binden, vermindert, und ein Theil ihrer absoluten Wärme ausgetrieben. Wird ihr hingegen Phlogiston entzogen, so wird ihre Fähigkeit, das Feuer zu binden, verstärkt, und sie verschluckt einen Theil des Feuers aus den sie berührenden Körpern.

Diesem Grundsatze zu Folge sieht **Crawford** das **Phlogiston** als ein dem **Feuer** entgegengesetztes Wesen an, dessen Vereinigung mit einem Körper das Feuer aus demselben heraus treibt, dagegen durch die Wirkung des Feuers auf eine Masse die Anziehung derselben gegen das Phlogiston vermindert wird. Er erklärt hieraus die Unterhaltung der Wärme in den Körpern der lebenden Menschen und Thiere (s. **Athemholen, Wärme, thierische**), ingleichen die Entzündung und Verbrennung, nebst den meisten dabey vorkommenden Erscheinungen sehr glücklich.

Freyes Feuer wirkt auf alle Körper, welche Brennbares enthalten, als Auflösungsmittel. Kömmt nun hiezu ein freyer Zutritt der Luft, deren reiner Theil eine starke Verwandschaft gegen das Phlogiston hat, so wird dieselbe sich mit dem aus dem Körper entwickelten Phlogiston ver-

binden, und dagegen ihr Feuer fahren lassen, das sich theils mit dem Körper verbindet, der das Phlogiston hergab, theils sich als frey in der benachbarten Luft vertheilt, und daher eine empfindbare oft sehr heftige Hitze erregt. Die atmosphärische Luft, mit deren reinem Theile sich das Phlogiston verbindet, wird dadurch in fixe oder phlogistisirte Luft verwandelt, deren specifische Wärme 322mal geringer ist, als die der dephlogistisirten. Man kan sich hieraus einen Begrif von der großen Menge des Feuers machen, welches bey der Verbrennung der Körper aus der Luft entbunden oder frey wird, besonders, wenn ein beständiger Luftzug immer frische Luft herbey führt, oder die Verbrennung in dephlogistisirter Luft geschieht, in welcher Eisendräthe und Uhrfedern wie Schwefelfaden verbrennen.

Das freygewordene Feuer wird dem Gefühl als Wärme oder Hitze empfindbar; in sehr vielen Fällen aber wird es auch dem Gesicht als Licht merklich, wie bey dem Glühen und der Flamme. Die letztere scheint ein in Luftgestalt abgeschiedenes Phlogiston, nach **Volta** und **Kirwans** Vorstellungen ein entzündetes brennbares Gas zu seyn, das sich vielleicht so lang als Flamme zeigt, bis es seine Luftgestalt verlohren und sich mit der atmosphärischen Luft vereiniget hat. Ein Theil des abgeschiedenen Phlogistons bleibt noch mit den übrigen vom brennenden Körper abgetrennten Theilen verbunden, welche in Gestalt des Rauches davon gehen, eine Menge Feuertheile mit sich nehmen, und diese in den höhern Gegenden wiederum der Atmosphäre überlassen. Daß übrigens in der Flamme einer Kerze die Hitze so heftig, in einer geringen Entfernung davon aber nur schwach ist, rührt daher, weil eben die Feuermenge, welche die phlogistisirte Luft bis auf einen ungeheuren Grad erhitzt, die gemeine atmosphärische Luft nur bis auf einen sehr mäßigen Grad erwärmet.

Hieraus erklärt sich, warum das Feuer nicht fortbrennet, wenn die umher befindliche Luft weggenommen wird, oder wenn sie bereits mit Phlogiston gesättiget ist; weil sie nemlich alsdann keines weiter aufnehmen kann, daher auch keines weiter von der brennenden Masse abgesondert wird.

Eben so erfordert auch die Verkalkung der Metalle im Feuer den Zugang der freyen Luft, und in einem verschlossenen Gefäße kan nur eine bestimmte Menge Metall verkalkt werden, so lange bis die eingeschlossene Luft phlogistisiret ist. Feuer und Luft wirken also bey jeder Verbrennung gemeinschaftlich als Auflösungsmittel; das erste zerlegt den brennenden Körper, indem die Luft sich mit dem Phlogiston verbindet, und dagegen den in ihr enthaltenen Vorrath von Feuer hergiebt. Durch einen Strom frischer Luft aus einem Blasebalge, durch Blasen, durch das Löthrohr u. dgl. wird die Hitze verstärkt, besonders wenn die hinzugeblasene Luft sehr rein ist, weil mit der frischen Luft ein neuer Vorrath von Feuer hinzugeführet, und zugleich die phlogistisirte Luft, welche den brennenden Körper umgiebt, hinweggetrieben wird.

Es kan Stoffe geben, welche von einer schwachen unserm Gefühl kaum merklichen Wärme schon so weit zerlegt werden, daß etwas Phlogiston aus ihnen ausgeht. Sobald dies mit der Luft in Berührung kömmt, kan Hitze und Entzündung entstehen. So erklärt sich die Selbstentzündung des Phosphorus und Pyrophorus an der Luft. Schlechter Pyrophorus wird wenigstens an der Luft warm, und zeigt einen Schwefelgeruch. Wenn Säuren und Oele einander mit Heftigkeit zersetzen, so wird die umliegende Luft plötzlich phlogistisirt, sie muß also dagegen viele Feuermaterie absetzen, welche die Mischung bis zur Entzündung erhitzen kan. Hieraus erklären sich die plötzlichen Erhitzungen der Mischungen des Sassafras- Guajak- oder Nelkenöls mit rauchender Salpetersäure, die Selbstentzündung des mit Kienruß, Hanf und Flachs vermischten Hanföles und Leinöles, die Entstehung der Hitze und Flamme bey der Verwitterung der Kieße, in den Mischungen aus Eisen, Schwefel und Wasser, und bey der Fäulniß, wobey sich ebenfalls viel Phlogiston entbindet, welches die Ursache der Erhitzung des in den Scheuren naß aufgehäuften Heus ist.

Diese sehr sinnreiche Theorie ist von den Naturforschern mit ungemeinem Beyfall aufgenommen worden: auch sind

die von **Morgan** dagegen gemachten Einwendungen von keiner Erheblichkeit. Herr de Lüc, welcher weit stärkere Zweifel gegen diese Hypothese vorgetragen hat, versichert (Idées sur la meteorologie, §. 168.), D. **Crawford** habe ihm eingestanden, daß er mit seinen bisherigen Versuchen zwar selbst nicht ganz zufrieden sey, aber doch alle ihm gemachte Zweifel zu heben hoffe.

De Lüc's Theorie vom Feuer.

De Lüc (Neue Ideen über die Meteorologie, Berlin und Stettin, 1787. 8. Erster Theil, §. 115 — 264.) setzt das Feuer unter die Klasse der Dünste, die er von der Klasse der luftförmigen Substanzen unterscheidet. Alle Substanzen beyder Klassen bestehen nach seinem System aus einer **fortleitenden Flüßigkeit** *(fluide deferent)* und einer bloß **schweren Substanz** *(substance purement grave)*, die sich bey den Dünsten von jener Flüßigkeit durch bloßen Druck losmacht, bey den luftförmigen Substanzen aber weit fester mit ihr zusammenhängt. Bey den Dünsten macht sich das fortleitende Fluidum seiner Seits auch von selbst frey, um sein Gleichgewicht herzustellen; und es giebt der schweren Substanz mehr ausdehnende Kraft, wenn es in mehrerm Ueberflusse zugegen ist. Beym Feuer nun hält de Lüc die fortleitende Flüßigkeit für das **Licht**, und giebt der blos schweren Substanz den Namen der **Feuermaterie**; ob er gleich gesteht, daß ihm diese Substanz, als von dem Lichte abgesondert, und für sich allein existirend, gänzlich unbekannt sey. Das Licht verliert durch seine Verbindung mit der Feuermaterie das Vermögen zu leuchten, erzeugt aber dagegen ein neues sehr auszeichnendes Phänomen, die **Wärme**. Das Feuer hat eine größte Dichtigkeit, über welche hinaus sich ein Theil davon zersetzt und also wieder leuchtend wird. Dieses Größte ist das **Glühen**, und die höchste Stufe desselben das Weißglühen, wobey die Zersetzung des Feuers sich auf alle Klassen der Lichttheilchen erstreckt. Durch dieses Größte wird der Grad der Hitze, den wir durch Kunst hervorbringen können, die **Ofenwärme**, eingeschränkt, deren Wirkungen Ausdehnung, Schmelzung

und Verdampfung sind. Wenn ein eiserner Stab schnell rings herum geschmiedet wird, so wird er bald glühen, oder Licht und Wärme verbreiten. Diese zwey Phänomene aber werden nicht durch einerley Fluidum erzeugt. Das Licht wird befreyt durch die Zersetzung des einen Theils vom Feuer, die Wärme ist die Wirkung desjenigen Feuers, das unzersetzt entwichen ist.

Die Sonnenstralen sind nicht an und für sich warm, oder wärmend: das Licht muß sich erst mit einer andern Substanz verbinden, um Feuer zu werden, und die Sonnenstralen besitzen nur das Vermögen, diese in den Körpern enthaltene Substanz, oder die Feuermaterie, zu entwickeln. Hieraus erklären sich die sonst räthselhaften Unterschiede der Temperaturen an Orten von einerley Breite, der in der Atmosphäre selbst in der dunkelsten Nacht noch übrig bleibende Lichtschimmer, und die Kälte in den obern Schichten der Atmosphäre, welche doch wenigstens eben so sehr, als die untern, von der Summe der einfallenden und zurückgeworfenen Sonnenstralen durchstrichen werden. Diesen Theil seines Systems hatte Herr **de Lüc** bereits in den physikalischen und moralischen Briefen über die Geschichte der Erde und des Menschen (141ster Brief u. f.) vorgetragen (s. System über die Wärme, in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, II. B. 6tes Stück. S. 643.).

Wärme ist ihm Wirkung des freyen Feuers in andern Substanzen, oder der wirkliche Grad der **ausdehnenden Kraft** des freyen Feuers. Mit dieser ausdehnenden Kraft steht die Größe der Wärme im Verhältniß, nicht mit der Dichte des Feuers selbst. Herr **de Lüc** bemüht sich hiebey, aus dem Natursystem des Herrn **le Sage**, welches ganz auf Stoß und Bewegung gegründet ist, den Satz herzuleiten, daß alle ausdehnbare Flüßigkeiten im Verhältniß ihrer Menge und der Geschwindigkeit ihrer Bewegung wirken müssen, und daß diejenigen Substanzen die meiste Capacität für das Feuer oder für die Wärme haben oder um gleich heiß zu werden, die gröſte Menge Feuer erfordern, in denen die Feuertheilchen bey ihrer Bewegung durch die Kleinheit oder durch die Form der Poren am öftersten auf-

gehalten **werden**. Denn, sagt er, da jedes Theilchen hier weniger Kraft hat, so ist eine desto größere Menge nöthig, um eben dieselbe totale ausdehnende Kraft zu äußern, oder eben denselben Grad der Wärme hervorzubringen. Da nun die Luft vom Feuer sehr frey durchdrungen werden kan, so soll sie nach diesem System eine sehr geringe Capacität für die Wärme haben, ob ihr gleich **Crawford** eine sehr große beylege, die nemlich 19mal größer, als die Capacität des Wassers, sey. Diese Angabe, sagt de Lüc, sey auf ganz unrichtige Vorstellungen von Capacität gegründet; man müsse bey den Versuchen nicht gleiche Gewichte, sondern gleiche Volumina vergleichen; so finde man aus den nemlichen Versuchen die Capacität der Luft nur $\frac{1}{43}$ von der Capacität des Wassers; und dies sey viel zu wenig, um aus den Veränderungen, welche in einer so geringen Capacität vorgehen könnten, mit Crawford die große bey der Verbrennung entstehende Wärme zu erklären. Ueberhaupt sey das, was **Crawford** Capacität oder specifische Wärme nenne, nichts weiter, als das längstbekannte Phänomen (Recherches sur les modif. de l'atmosph. par *de Luc*. §. 973.), daß man aus gleichen Thermometerständen nicht auf gleiche Mengen Feuer schließen dürfe.

Das Feuer hat eigne Verwandschaften, und geht dadurch in die Zusammensetzung der meisten festen, flüßigen und elastischen Substanzen ein. Es tritt wesentlich in die Zusammensetzung aller **brennbaren** festen Körper, und blos von diesem im brennbaren Körper enthaltenen Feuer rührt die Wärme her, welche durch das **Verbrennen** hervorgebracht wird, wenn die dephlogistisirte Luft sich nicht dabey zerstört, und blos durch fixe Luft ersetzt wird. Dies geschieht z. B. bey der Verbrennung der **Kohle**, nach den hierüber angestellten Versuchen der Herren **Lavoisier** und **de la Place** (Mém. sur la chaleur in den Mém. de l'acad. roy. des Sciences. ann. 1780. und deutsch in **Lavoisiers** physisch-chymischen Schriften, übers. von **Weigel**, 3ter Band, Greifswald. 1785. 8. S. 292. u. f.). Bey der Verbrennung des **Phosphorus** hingegen wird die dephlogistisirte Luft wirklich zerstört; dadurch wird auch das

in ihr enthaltene Feuer frey, kömmt zu dem, was der brennende Körper hergiebt, noch hinzu, und die Wärme wird daher in diesem Falle weit stärker, als in jenem, wo die dephlogistisirte Luft sich nicht zersetzte. Nach den Versuchen der Herren Lavoisier und de la Place ist bey gleich viel dephlogistisirter Luft die Wärme bey der Verbrennung des Phosphorus zu der bey Verbrennung der Kohle, wie 7 zu 3.

Wenn sich die dephlogistisirte Luft durch das Verbrennen zerstört, so bringt die brennbare Substanz **entzündbare Luft** hervor. Wenn sich aber die dephlogistisirte Luft nicht zersetzt, so geht nur dasjenige, was sonst in die Zusammensetzung der **brennbaren Luft** kömmt, und was vielleicht das sogenannte **Phlogiston** ist, in die Luft über, und sie wird dadurch **fixe Luft**. Die Entstehung der entzündbaren Luft in einer brennbaren Substanz reicht aber nicht zu, um das Verbrennen hervorzubringen; es ist noch nöthig, daß diese Luft, wenn sie in Berührung mit der dephlogistisirten kömmt, einen gewissen Grad der Wärme habe, welchen Herr **de Lüc** nach einem Versuche über die freywillige Entzündung des Baumöls auf den 275sten Grad seiner Scale oder etwa auf 650 Grad des fahrenheitischen Thermometers setzt. Wenn dieser Grad, den er die **brennende Wärme** nennt, vorhanden ist, so ist die Erzeugung des Feuers sehr heftig. Wenn man eine Wärme von diesem oder einem noch höhern Grade in den brennenden Körpern unterhalten kan, so scheint dies eins von den kräftigsten Mitteln zu Erzeugung neuer Wärme zu seyn, weil hiebey eine Zerstörung der dephlogistisirten Luft, statt ihrer bloßen Verwandlung in **fixe**, entsteht. Hierdurch wird nun auch eine fortgesetzte Hervorbringung einer **brennbaren Luft**, begleitet mit dem nöthigen Grade der Wärme, veranlasset, welche sich mit der dephlogistisirten im Augenblicke der Berührung entzündet und zersetzet. Durch diese Zersetzung verwandeln sich beyde Luftarten in einen mit freyem Feuer überladnen Wasserdunst. Dieser Dunst ist die **Flamme**; die große Wärme, welche sie erzeugt, kömmt von einer großen Menge von plötzlich befreytem Feuer, und ihre Helligkeit von der Zersetzung eines Theils dieses

Feuers her. Nachdem der Wasserdunst sein Feuer an dem Orte, den die Flamme anzeigt, fahren gelassen hat, so vermischt er sich mit der obern Luft, und erhebt sich schnell mit ihr; daher folgt die untere Luft nach, und erneuert unaufhörlich dieselben Wirkungen. Dies erläutert Herr **de Lüc** durch das Beyspiel der Lampe des Herrn **Argand**, bey welcher im Innersten des hohlen Dachtes stets eine große Hitze unterhalten wird. Wenn man über der Flamme dieser Lampe einen Helm mit einem Schnabel anbringt, so kan man in zwo Stunden eine halbe Unze völlig reines Wasser sammlen — ein offenbarer Beweiß, daß sich hier die im Innern des Dachts erzeugte brennbare Luft mit der dephlogistisirten wirklich zersetze, und einen Wasserdunst bilde. Wenn hingegen ein Licht auf die gemeine Art in atmosphärischer Luft brennt, so wird aus Mangel an genugsamer innern Wärme des Dachts keine reine brennbare Luft entbunden; daher wird die dephlogistisirte Luft der Atmosphäre nicht zersetzt, nur in **fixe** verwandelt. Dadurch entsteht weniger Feuer; auch geschieht die Erneuerung der Luft nicht geschwind genug. Die fixe Luft ist nach **Lavoisier** im Verhältniß 70 zu 47 schwerer, als die gemeine, und kan also, ob sie gleich stark erwärmt wird, dennoch ihrer Schwere wegen nur langsam aufsteigen, und der frischen atmosphärischen Luft Platz machen.

Auch die **Flüßigkeit** ist nichts anders, als eine Wirkung der Verbindung einer gewissen Menge Feuer mit den Theilen der Körper. Wenn ein fester Körper durch Feuer flüßig wird, z. B. wenn Eis zerschmelzt, so kan dasjenige Feuer, welches das Flüßigwerden oder die Zerschmelzung bewirkt, natürlich nichts weiter bewirken, es geht also für das Thermometer und für das Gefühl verlohren. **D. Black** hat gefunden, daß schmelzendes Eis einer gleich großen Menge Wasser 140 Grad Wärme nach Fahrenheit entziehe. Wenn man z. B. eine Masse Eis von der Temperatur 32° mit einer gleichen Menge Wasser von 172° vermischt, so hat nach der Schmelzung des Eises die ganze Wassermasse 32°. Hiemit stimmen auch die Versuche der Herren **de la Place** und **Lavoisier** bis auf einen unbe-

deutenden Unterschied überein (auch der im Vorigen angeführte Versuch des Herrn **Wilke**, nur daß dieser statt 172, 162, mithin statt 140 nur 130 hat). Diese gleichsam verschwundene Wärme nennt D. Black **verborgene Wärme des Wassers**: de Lüc will sie lieber **verborgenes Feuer** nennen. Nach der Bemerkung des Herrn **Lichtenberg** in Göttingen in einem Briefe an **de Lüc** vom 21 März 1785 mag wohl die Menge dieses verborgenen Feuers bey heißerm Wasser immer größer werden, weil heißeres Wasser **flüßiger** ist, oder mehr Tropfen giebt, als kaltes, mithin die Wärme, welche gebraucht wird, das vorher schon flüßige noch flüßiger zu machen, **verborgene** wird, oder für das Thermometer verlohren geht. Bey dem Gefrieren äußert sich gerade das Gegentheil, und das verborgene Feuer wird wieder wirksam. Es ist bey dem Artikel: **Eis** angeführt worden, daß das Wasser bis unter die Temperatur des Eispunkts erkalten kan, ohne zu gefrieren. Gefriert es aber alsdann durch Berührung, Schütteln u. dgl., so nimmt es augenblicklich die Temperatur des Eispunktes an, und wird also wärmer. Diese Wärme ist eine Wirkung des verborgenen Feuers, welches die gefrierenden Theile absetzen.

Nach **Crawford** würde man alle diese Phänomene daraus erklären, daß das Wasser mehr specifische Wärme, als das Eis, hat, daß also bey der Verwandlung des Eises in Wasser, und bey allen Schmelzungen überhaupt, Wärme oder Feuer verlohren gehen muß. Aber Herr **de Lüc** bestreitet hier sehr eifrig die Crawfordischen Ideen von **Capacität**, d. i. von Fähigkeit, Feuer zu binden oder von specifischer Wärme. Er führt zuerst an, es sey unsicher, die specifischen Capacitäten der Substanzen aus Versuchen mit einerley Substanz unter verschiedenen Temperaturen herzuleiten, weil die Substanzen mit der Temperatur zugleich auch die Capacitat ändern könnten. Hierauf fügt er hinzu, die Capacität (d. i. nach ihm die Menge von Feuer, welche in einer gewissen Substanz erforderlich ist, um einen bestimmten Grad der Ausdehnung hervorzubringen) hänge von der Beschaffenheit der Poren der Körper ab, und kön-

ne bey gleichen Graden der Ausdehnung dennoch verschieden seyn; daher sey es falsch, die absoluten Mengen der specifischen Wärme proportionell anzunehmen: ferner setzten alle Crawfordische Berechnungen, die sich auf Grade des Thermometers bezögen, und deren Unterschiede als absolute Mengen der Wärme betrachteten, voraus, daß man die absoluten Mengen der Wärme in den Körpern kennte, welches doch der Fall gar nicht sey, daher auch in den Schlüssen, durch welche C. seinem System gemäß absolute Wärmen zu bestimmen suche, ein beständiger Cirkel bleibe. Ueberhaupt habe man sich bisher bey Schätzung der in den Körpern enthaltenen absoluten Wärme sehr geirrt. Man sey durch **Brauns** Versuch über das Gefrieren des Quecksilbers verleitet worden, zu glauben, daß selbst bey den kältesten Temperaturen noch viel Feuer in den Körpern sey: aber die neuern Versuche des **Hutchins** (Philos. Trans. Vol. LXXIII. P. 2.), nach welchen das Quecksilber schon bey — 40° fahrenheitischer Scale gefriert, s. **Gefrierung**, gäben hievon ganz andere Begriffe. Endlich fügt er noch hinzu, die ganze Idee von Capacität erkläre nur einen Nebenumstand, und lasse die Hauptfrage, wodurch und wie eigentlich das Schmelzen u. dgl. bewirkt werde, ganz unbeantwortet.

Herr **de Lüc** glaubt, beym Zerschmelzen werde der feste Körper in einen flüßigen durch eine Verbindung des Feuers mit seinen Theilen vermöge einer chymischen Verwandschaft verwandelt; die Verminderung der Wärme aber entstehe daher, weil das Feuer, welches so mit den Theilen des Körpers verbunden wird, hiedurch selbst aufhört, zur Wärme beyzutragen. Dies geschieht wenigstens in allen Fällen, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. In andern Fällen, wo beym Schmelzen andere chymische Operationen mitwirken, (z. B. wenn man Eis mit Kochsalz mischt) scheint weniger Feuer verlohren zu gehen; die Ursache hievon aber liegt darinn, weil das Salz durch seine Auflösung und Zersetzung das in ihm enthaltene Feuer mit hergiebt.

Endlich nimmt Herr de Lüc an, daß in den meisten Substanzen verborgenes Feuer vorhanden sey, und daß das Feuer insbesondere bey allen luftförmigen Flüßigkeiten das fortleitende Fluidum (*fluide deferent*) ausmache. Er sucht umständlich zu erweisen, daß der Grad der fühlbaren Wärme mehr von der Erzeugung und Zersetzung solcher luftförmigen Flüßigkeiten, als von der Capacität der Körper herrühre, und daß besonders die reine und die brennbare Luft sehr viel Feuer enthalten. Die chymischen Unterschiede der Luftgattungen leitet er von den verschiedenen Verwandschaften ihrer Bestandtheile mit dem Feuer ab.

Es ist nicht zu läugnen, daß sich aus seinen Sätzen eine zahlreiche Menge von Phänomenen sehr glücklich erklären läßt, und daß er der Crawfordischen Theorie einige sehr starke Gründe entgegengesetzt hat: wenn er aber mit Herrn **le Sage** auf die ersten mechanischen Ursachen der Dinge zurückgehen will, und den Theilchen des Feuers, wenn es frey ist, eine Bewegung in Schneckenlinien, oder die Bewegung eines Körpers zuschreibt, der sich um eine andere Axe drehet, als um die er sich fortbewegt, so möchten so kühne cartesianische Behauptungen wohl noch zu frühzeitig für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft seyn.

Macquers chymisches Wörterbuch mit Herrn Leonhardi Zusätzen, Art. Feuer.

Karstens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. XXVI. Abschnitt.

Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre mit Zusätzen v. G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787. 8. IX. Abschnitt, §. 494 b u. f.

Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, aus dem Franz. übers. Berlin, 1787. II. Bände, gr. 8., I. Band, §. 115—264.

Feuer, unterirdisches, s. **Centralfeuer, Vulkane.**

Feuer (St. Elmus) s. **Wetterlicht.**

Feuerbeständig, Fix, Fixum, *Fixe*. So wird ein Körper genannt, wenn er durch das Feuer nicht in

Dämpfe verwandelt werden kan. Dem Feuerbeständigen wird das **Flüchtige** entgegengesetzt, s. **Flüchtig**.

Da wir die letzten Stufen der Wirksamkeit des Feuers nicht kennen, so können wir auch nicht wissen, ob es Körper giebt, die selbst bey den höchsten Graden dieser Wirksamkeit nicht in Dämpfe verwandelt werden, d. h. die absolut feuerbeständig sind. Man kan also in der Chymie immer nur von einer relativen Feuerbeständigkeit reden, welche sich auf einen gewissen Grad der Wirksamkeit des Feuers bezieht. So nennt man die Vitriolsäure feuerbeständig, nicht als ob sie allen Graden des Feuers widerstände, sondern weil sie weit weniger flüchtig ist, als die übrigen Säuren. Die Halbmetalle, z. B. den Spießglaskönig, kan man in Vergleichung mit den wesentlichen Oelen und dem Aether feuerbeständig, in Vergleichung mit den Metallen flüchtig nennen. Die feuerbeständigsten Substanzen unter allen bekannten sind die reinen erdichten Grundstoffe.

Die Ursache der Feuerbeständigkeit scheint entweder in der geringen Ausdehnung der Substanzen durch die Wärme, oder noch wahrscheinlicher darinn zu liegen, daß die umgebende Materie, welches bey den chymischen Operationen gemeiniglich die Luft ist, gegen die durch das Feuer in Bewegung gesetzten Theile nicht genug anziehende Kraft äußert, um sie aufzulösen und in sich aufzunehmen.
Macquer chym. Wörterb. Art. Feuerbeständigkeit.

Feuerfest, Apyrum, *Apyre*. Ein Körper heißt feuer fest, wenn er selbst bey der heftigsten Wirkung des Feuers weder schmelzet, noch sonst einige merkliche Veränderung leidet. Man muß den Begrif des **Feuerfesten** sowohl von dem Strengflüßigen als von dem Feuerbeständigen unterscheiden. Der reine Kalkstein z. B. ist strengflüssig, und läßt sich gar nicht, oder doch nicht ohne Hitze von außerordentlicher Heftigkeit schmelzen; aber feuerfest ist er nicht, weil die Wirkung des Feuers seine wesentlichen Eigenschaften gar sehr verändert, und ihn in lebendigen Kalk verwandelt, s. **Kalk**. Die vollkommnen Metalle sind

feuerbeständig, wenigstens in einem sehr hohen Grade; aber nicht feuerfest, weil sie durch die Wirkung des Feuers schmelzen. Der ganz reine Bergkrystall ist, soviel wir wissen, eine feuerfeste Substanz, weil man noch bisher die stärkste Wirkung des Feuers nicht vermögend gefunden hat, ihn zu schmelzen, oder einige Veränderung in ihm zu bewirken, so lange Zeit man ihn auch dem Feuer ausgesetzt hat.

Macquer chym. Wörterb. Art. Feuerfest.

Feuerfontaine, s. Springbrunnen.

Feuerkugel, Bolis, Globus ardens, *Bolide, Globe de feu.* Diesen Namen giebt man einer der sonderbarsten Lufterscheinungen. Man sieht nemlich bisweilen in der Atmosphäre eine große leuchtende Kugel, deren Farbe oft ins Rothe fällt, und die sich langsamer oder schneller durch die Luft bewegt. Oft zieht diese Kugel einen hellen Schweif nach sich, der an der Kugel selbst einen gleichen Durchmesser mit ihr hat, weiterhin aber sich in eine Spitze endiget, und etwa 4—5 Durchmesser der Kugel lang ist.

Die Größe dieser Kugeln ist verschieden. Ihr scheinbarer Durchmesser hat bisweilen den vierten Theil des Monddurchmessers (Hist. de l'acad. de Paris 1738, 1740.), bisweilen die Hälfte desselben betragen. **Seneka** (Quaest. Nat. L. I. cap. 1.) und einige Neuere (Philos. Trans. no. 462, 463.) erzählen von Feuerkugeln, die an scheinbarer Größe dem Monde gleich gekommen seyen, und **Gassendi** (Physicae Sect. III. L. II. c. 7.) von einer, deren Durchmesser doppelt so groß als der des Monds geschienen habe; da er sie aber eine Fackel (facem) nennt, so scheint sie keine völlig runde Gestalt gehabt zu haben. **Kirch** (Ephem. Natur. Curios. anni 1686.) sahe i. J. 1686 eine zu Leipzig, deren Durchmesser dem Halbmesser des Monds gleich war, und bey deren Lichte man lesen konnte. Weit größer war die, welche **Balbi** (Comm. Bonon. To. I. p. 268.) 1719 zu Bologna beobachtete. Sie schien so groß als der Vollmond, glich einem brennenden Kampher und leuchtete so stark, als die aufgehende Sonne. Auf ihrer Oberfläche

sahe man vier Schlünde, woraus Rauch und Flammen hervorbrachen. Aus gleichzeitigen Beobachtungen ihrer scheinbaren Höhen an verschiedenen Orten schloß man ihre wahre Höhe über der Erdfläche zwischen 16000 und 20000 Schritt, und ihren wahren Durchmesser 3560 Schuh. Sie verbreitete überall einen Schwefelgeruch, und zersprang mit einem heftigen Knalle. Weit näher kam der Erde diejenige, welche nach **Chalmers** Bericht 1748 mitten im Ocean gegen ein Schiff heran kam (Philos. Transact. no. 494. p. 366.). Sie schien an der Oberfläche des Meeres hinzustreichen, zersprang in einer Entfernung von 40 — 50 Ellen vom Schiffe mit einem Getöse, das dem Knallen von hundert Canonen glich, erfüllte das ganze Schiff mit einem Schwefelgeruch, zerbrach einen Mast, spaltete den andern, warf fünf Menschen zu Boden, und beschädigte einen sechsten durch Verbrennungen an der Haut.

Zu Paris verbreitete eine am 17 Julius 1771. um 10 Uhr 36 Min. Abends erschienene Feuerkugel ein allgemeines Schrecken. Sie ließ sich gerade zu einer Zeit sehen, da der Duc de Chaulnes Versuche mit einem elektrischen Drachen anstellte, und der große Haufe glaubte durchgängig, das fürchterliche Phänomen sey durch diese Versuche herbeygezogen worden. Dies bewog Herrn **de la Lande**, die Beobachtungen hierüber zu sammlen, und mit einigen Bemerkungen zu begleiten; auch hat **le Roy** (Mém. de l' acad. des Sciences. ann. 1771. p. 668.) von diesem Meteor eine eigne Abhandlung geliefert. Diese Kugel ward in einem großen Theile von Frankreich gesehen, und schien in Paris größer und heller als der Mond. Sie zersprang mit Krachen, und erschütterte dabey die Luft so, daß die Fenster und das Hausgeräthe zitterten, und einige glaubten, es sey ein Erdbeben dabey. Die Kugel war über England entstanden und auch um Oxford sichtbar gewesen; ohngefähr um Melün, südsüdwestlich von Paris zersprang sie. Als man sie wahrnahm, muß sie mehr als 41076 Toisen hoch über der Erde gewesen seyn, und bey ihrem Zerspringen über 20598 Toisen. Sie mag 6 — 8 Stunden Weges *(lieues)* in einer Secunde durchlaufen, und

mehr als 500 Toisen im Durchmesser gehalten haben. Der Himmel war bey der Erscheinung dieser Kugel vollkommen klar.

Einige Feuerkugeln drehen sich um ihre Axe. Gewöhnlich verschwinden sie in einigen Secunden; man hat aber auch Beyspiele, da sie mehrere Minuten lang sichtbar geblieben sind. Nach des **Ulloa** Erzählung (Hist. de l' acad. de Paris. 1751.) sind sie bey der Stadt Santa Maria de la Parilla so häufig, daß viele in einer Nacht gesehen werden: überhaupt aber sind sie selten. Zuweilen verschwinden sie auch ohne Schall.

Alle Naturforscher gestehen einmüthig, daß die Ursache und Entstehungsart der Feuerkugeln von so ungeheuren Größen und in so beträchtlichen Höhen äußerst schwer zu begreifen sey. **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2541.) schließt aus dem Schwefelgeruche der Feuerkugeln, daß sie aus schweflichten und andern entzündlichen Ausflüssen bestehen, welche zum Theil aus den Vulkanen, oder bey Erdbeben aus den unterirdischen Höhlen, in die Luft aufgestiegen, und vom Winde zusammengetrieben worden sind, eine Wolke bilden, und durch Zusammenkommen mit andern Dünsten, oder irgend eine andere Ursache, entzündet werden. Andere Naturforscher hingegen haben ihrer erstaunlichen Höhe, Größe und Geschwindigkeit wegen es ganz aufgegeben, sie aus irdischen Dünsten zu erklären. So hält sie **Halley**, (Philos. Trans. no. 341.) für Materie, die im großen Weltraume zerstreut sey, sich durch die allgemeine Anziehungskraft irgendwo gesetzt habe, und von der Erde auf ihrem Wege angetroffen werde, noch ehe sie eine ansehnliche Geschwindigkeit gegen die Sonne erhalte. **Hartsoeker** (Conjectures physiques, à la Haye. 1707 — 1710.) erklärt sie geradehin für Kometen, und **Pringle** (Phil. Trans. Vol. L. P. I. p. 263.) für Körper, welche beständig im Kreise umlaufen. Ich sehe doch nicht, wie man dies mit ihrem Zerplatzen vereinigen will.

Als es gewöhnlich ward, alles aus der Elektricität herzuleiten, hat man auch die Feuerkugeln durch dieselbe zu erklären gesucht. **Beccaria** (Lettere dell' elettricismo.

1758. 4.), der hiebey seiner Einbildungskraft unstreitig zu viel nachgegeben hat, behauptete zuerst, daß das sogenannte Sternschießen eine blos elektrische Erscheinung sey (s. **Sternschnuppen**), und da der fliegende Drache und die Feuerkugeln blos dem höhern Grade nach von dem Sternschießen unterschieden zu seyn scheinen, so war er geneigt, auch diese für elektrische Phänomene zu halten. Dafür hat sie auch **Hartmann** (Von der Verwandschaft der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. Hannover, 1759. 8.) erklären wollen, und seit dieser Zeit hat man in den meisten Lehrbüchern der Naturlehre die Feuerkugeln entweder geradehin für elektrische Erscheinungen ausgegeben, oder doch wenigstens bemerkt, daß sich bey ihrer Entstehung Elektricität mit einmische. **Reimarus** hingegen (Vom Blitze, Hamburg, 1778. 8. S. 568.), der überhaupt den gewagten Erklärungen der Meteore aus der Elektricität nicht günstig ist, urtheilt hievon ganz anders. Er gesteht zwar, daß er von den Feuerkugeln keinen recht wahrscheinlichen Grund anzugeben wisse; daß sie aber doch von elektrischen Feuerballen oder wahren Blitzen sehr unterschieden seyn, zeige sowohl ihr Ansehen, und ihre Art von Bewegung, als auch die überaus große Höhe von der Erde, wo sie sich zu zeigen pflegen, und wo die Luft so verdünnt seyn müsse, daß sich keine Wolken mehr bilden könnten, und die Elektricität gewiß nur wie im luftleeren Raume sich ausbreiten, nicht aber in geballetem Feuer erscheinen könnte. Diese erstaunliche Höhe der Feuerkugeln aber ist aus dem weiten Umfange, in welchem sie auf der Erde gesehen werden, und der bey manchen sich auf 4 Grad in die Breite und 11 Grad in die Länge erstreckt hat, ganz unläugbar. Daß man bisweilen beym Niederfallen der Feuerkugeln elektrische Wirkungen wahrgenommen haben will, ist noch kein Beweiß ihres elektrischen Ursprungs, weil auch andere schnell durch die Luft bewegte Körper Elektricität erregen können. Auch scheint man bisweilen für Feuerkugeln gehalten zu haben, was in der That wahre Blitze gewesen sind, welches vermuthlich bey der oben angeführten von **Chalmers** erzählten Begebenheit auf dem englischen

Schiffe im Jahre 1748 der Fall gewesen seyn mag.

Bergmann (Physikalische Beschr. der Erdkugel nach **Röhls** Uebers., Greifsw. 1780. gr. 8. §. 131.) nimmt, wie mir däucht, sehr richtig, verschiedene Gattungen von Feuerkugeln an. Was die niedrigsten betrifft, folgt er **Musschenbroeks** Meynung: nur meynt er, es sey schwer zu begreifen, wie eine solche gewiß sehr lockere Kugel ihre erstaunliche Geschwindigkeit behalten könne, da die viel dichtere Canonenkugel wegen des Widerstandes der Luft nicht zwo Meilen zu gehen vermöge. Eine andere Gattung Feuerkugeln, die zuweilen bey Donnerwettern entstehen, und an der Erdfläche hingehen, wie die am englischen Schiffe im Jahre 1748, scheint ihm von anderer Beschaffenheit und dem Blitze ähnlicher zu seyn. Die höchsten endlich versucht er von der gröbern Materie des Zodiakallichts oder der Sonnenatmosphäre herzuleiten, deren feinerer Theil nach **Mairans** Hypothese die Ursache der Nordlichter ist, s. **Atmosphäre der Sonne, Nordlicht.** Wenigstens, meynt er, sey dies nicht unglaublicher, als andere bisher angegebene Muthmaßungen. Er wünscht endlich, daß man einmal Gelegenheit finden möchte, die Substanz einer zerplatzten Feuerkugel an dem Orte, wo sie niedergefallen sey, zu untersuchen, welches freylich das beste Mittel zur Entdeckung der wahren Natur dieses Meteors seyn würde.

Die meisten Naturforscher erklären die Feuerkugeln, so wie den **fliegenden Drachen** und die sogenannten **Sternschnuppen**, welche sich blos dem Grade nach von jenen zu unterscheiden scheinen, für Wirkungen fetter, ölichter, entzündlicher oder auch nur blos leuchtender Dünste; wiewohl bey den Feuerkugeln eine wirkliche Entzündung mit Explosion unläugbar vorhanden ist. Sollte nicht, wie **Volta** (Briefe über die Sumpfluft; a. d. Ital. Winterthur 1778. 8.) von den Irrlichtern und Sternschnuppen vermuthet, die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit halber bis in die größten Höhen aufsteigt, und mit atmosphärischer Luft vermischt einer Entzündung mit Explosion fähig wird, (s. **Gas, brennbares**) einen großen Antheil an allen

diesen Erscheinungen haben? **Von Herbert** (De aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Vienn. 1779. 8.) hält dieses für **ganz entschieden.**

Musschenbroek Introd. ad Philos. natur. To. II. §. 2541. sqq.
Bergmann physik. Beschreibung der Erdkugel durch Röhl. Th. II. §. 131.
Sigaud de la Fond, Dict. de physique, art. *Globe de Feu.*

Feuerluft, s. **Gas, dephlogistisirtes.**
Feuermaschine, s. **Dampfmaschine.**
Feuerspeyende Berge, s. **Vulkane.**

Fibern, Fasern, Fibrae, *Fibres.* So nennt man die feinen cylindrischen oder fadenförmigen Körper, aus welchen verschiedne Theile der Pflanzen und der thierischen Körper zusammengesetzt sind. Aus den Fasern des Hanfs, Leins, der Baumwolle und einiger Baumrinden werden nach gehöriger Zubereitung Fäden gesponnen, und zu Geweben verbraucht. Weit merkwürdiger aber sind die Fibern des thierischen Körpers, vorzüglich diejenigen, aus welchen die Muskeln bestehen, die **Muskelfibern, Fleischfasern** (fibrae musculares), weil durch sie alle Bewegungen der thierischen Körper hervorgebracht werden, die eine so wichtige Quelle von Bewegung in der Körperwelt ausmachen, s. **Bewegung.**

Man hat, um die Bewegung und Wirkung der Muskeln zu erklären, eine Menge verschiedner Muthmaßungen vorgebracht, von denen einige der vornehmsten bey dem Worte: **Muskeln** vorgetragen werden sollen. Eine der wahrscheinlichsten ist die, welche den Fleischfasern eine **Reizbarkeit** (irritabilitatem) beylegt, d. i. ein Vermögen, sich durch jeden mechanischen Reiz zusammenzuziehen. Diese Muthmaßung hat vorzüglich Herr von **Haller** (Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal, à Lausanne, 1756. To. IV. 12m. ingl. De partibus corp. humani sentientibus et irritabilibus, Sermo I—IV. in Nov. Comm. Gotting. To. I—IV. Man s. auch I. Ge. *Zimmermann* Diss. de irritabilitate, Gott. 1751. 4.) dadurch wahrscheinlich gemacht, daß die Bewegungen der Muskeln bey einer äußern Reizung selbst

nach ihrer Trennung vom Gehirn noch eine Zeit lang, zuweilen mehrere Stunden fortdauren, auch die Bewegung des Herzens nach dessen Absonderung vom Körper noch eine Zeit lang anhält. Diese Meynung hat soviel Beyfall gefunden, daß man anjetzt die Reizbarkeit, d. i. das Zusammenziehen und Bewegen bey einer äußern Reizung für ein entscheidendes und wesentliches Kennzeichen der Muskelfaser annimmt. Inzwischen ist es mit dem System der Reizbarkeit eben so, wie mit so vielen andern Theorien der Naturlehre beschaffen: Reizbarkeit ist eben so, wie Attraction u. dgl. mehr ein Ausdruck eines allgemeinen Phänomens, als eine Erklärung der Ursache desselben; und die Art, wie die willkührlichen Bewegungen vermöge der Muskelfibern hervorgebracht werden, möchte wohl für uns auf immer ein unerforschliches Geheimniß bleiben.

Auch andere feste Theile des thierischen Körpers, Gefäße, Knochen u. dgl. sind aus Fibern oder Fasern zusammengesetzt. Man nimmt von den Fibern überhaupt an, daß sie aus erdichten Theilen bestehen, welche durch eine Gallerte (gluten) von Oel und Wasser zusammengehalten werden. Man schreibt einer jeden Fiber eine elastische Kraft zu, vermöge der sie sich, wenn sie ausgedehnt worden ist, wiederum in ihren vorigen Zustand setzet; und legt überdies den reizbaren Fibern eine tonische Kraft bey, vermöge der sie sich zusammenzuziehen streben, auch ohne vorher ausgedehnt worden zu seyn. Im Alter erschlaffen die Fibern durch den langen Gebrauch, und der Körper wird zu allen davon abhangenden Verrichtungen und Bewegungen von Zeit zu Zeit unfähiger. Die Empfindungen und Leidenschaften haben auf die tonische Kraft der reizbaren Fibern einen ungemein starken Einfluß; der Zorn verstärkt, und die Furcht schwächt diese Kraft derselben, ob gleich die Art und Weise, wie dies bewirkt wird, ganz unerklärbar bleibt. Noch einiges hiemit zusammenhängende wird man bey dem Worte: **Muskeln** finden.

Figur, s. **Gestalt**.

Figur der Erde, s. **Erdkugel**, unter dem Abschnitte: Abgeplatete Gestalt der Erde.

Filtriren, Seihen, Durchseihen, Filtratio, *Filtration.* Eine Operation, wodurch man die einer flüssigen Materie beygemengten Unreinigkeiten oder fremden Theile scheidet, indem man sie durch einen Körper gehen läßt, dessen Oefnungen die flüßige Materie hindurchlassen, die fremden Theile hingegen aufhalten. Der hiezu gebrauchte Körper heißt das **Filtrum** oder **Seihezeug**, der **Seiher** (filtrum, *filtre*).

Das Filtrum muß von einer solchen Beschaffenheit seyn, daß es von der durchgehenden flüßigen Materie nicht angegriffen wird, und derselben nichts abgiebt; auch müssen seine Oefnungen kleiner seyn, als die Theile der Substanzen, die man von der Flüßigkeit absondern will. Man gebraucht dazu am gewöhnlichsten feine wollene Zeuge, Leinwand und vornemlich Löschpapier. Daraus wird entweder ein **Filtrirsack** (Manica Hippocratis, *Chausse*) in Gestalt eines umgekehrten hohlen Kegels gemacht, oder man legt das Löschpapier in die Form eines Trichters zusammen, bringt es in einen gläsernen Trichter, und legt etwas zwischen das Papier und die Seitenwände des Trichters, um das unmittelbare Anliegen des Papiers zu verhüten. Hat man viel durchzuseihen, so befestigt man eine Leinwand an die vier Ecken eines hölzernen Rahmens, doch so, daß sie nicht gespannt ist, belegt das Innre mit Papier und gießt den zu filtrirenden Liquor darauf. Oft kan auch ein Haufen feiner Sand, oder eine gewisse Art Stein, deren Basis die Bittersalzerde ist, und die deswegen **Filtrirstein** heißt, zum Seihezeuge dienen.

Klebrichte dicke Materien, wie die syrupartigen und schleimichten, auch die sehr gesättigten Auflösungen der Salze gehen nicht gut durch die Seiher; die leztern müssen siedend filtrirt werden, weil sie in diesem Zustande flüssiger sind. Theile, die in der flüßigen Materie wirklich aufgelöset sind, können durchs Filtriren von ihr nicht geschieden werden; man muß sie vorher durch das in jedem Falle erforderliche Verfahren niederschlagen oder zum Gerinnen bringen.

Das zuerst durchlaufende ist allezeit trüb, und muß zum zweytenmale filtrirt werden, weil die Oefnungen des Seihers im Anfang zu weit sind, und erst durch das Aufquellen von der Feuchtigkeit gehörig verengert werden.

Macquer chym. Wörterb. Art. Durchseihen.

Finsternisse, Verfinsterungen der Himmelskörper, Eclipses, Defectus Solis vel Lunae, *Eclipses*. Diesen Namen führen diejenigen Himmelsbegebenheiten, wobey ein Himmelskörper durch das Dazwischentreten eines andern dunkeln, ganz oder zum Theil verdeckt oder seines Lichtes beraubt wird. Sie führen den Namen der Eklipsen von dem griechischen Worte ἐκλείπειν, deficere, und sind entweder **partielle**, wenn durch den dazwischentretenden Körper nur ein Theil des andern, oder **totale**, wenn der letztere ganz unsern Augen entzogen wird.

Man kennt in der Sternkunde dreyerley Arten der Verfinsterung, die **Sonnenfinsternisse**, **Mondfinsternisse**, und **Verfinsterungen der Trabanten**, besonders des Jupiters, von welchen wir das Nöthigste unter eigne Abschnitte bringen wollen.

Mondfinsternisse.

Bisweilen scheint der **volle Mond** sein Licht so zu verlieren, daß es aussieht, als ob eine runde schwarze Scheibe von Morgen gegen Abend vor ihn rückte, nach und nach immer einen größern Theil der Mondscheibe bedeckte, und diese zuletzt allmählich wieder verließe. Eine solche Begebenheit heißt eine **Mondfinsterniß** (Eclipsis lunae s. lunaris, defectus lunae, *Eclipse de lune*). Sie erfolgt aber niemals zu anderer Zeit, als beym Vollmonde, d. i. wenn der Mond der Sonne gegenüber gesehen wird, mithin die Erde zwischen Sonue und Mond steht, und ihren Schatten der Sonne gegenüber gerade in die Gegenden des Monds wirft. Auch erfolgen die Mondfinsternisse nicht bey allen Vollmonden, sondern nur dann, wenn der Mittelpunkt des Vollmonds nahe bey der Ekliptik oder bey seinem Knoten steht, d. i. nahe an dem Orte, der der

Sonne ganz genau entgegengesetzt ist, an welchen also zu dieser Zeit der Schatten der Erdkugel hinfallen muß. Es läßt sich daher nicht zweifeln, daß der auf die Mondscheibe fallende Erdschatten die Ursache der Mondfinsternisse, und die schwarze Scheibe, welche dabey vor den Mond zu rücken scheint, der kreisförmige Durchschnitt des kegelförmigen Erdschattens in der Gegend der Mondbahn sey. Dies wird dadurch völlig gewiß, daß man nach dieser Voraussetzung die Mondfinsternisse vorhersagen, und mit allen dabey vorkommenden Umständen im voraus auf das genaueste berechnen kan.

Die **Mondfinsterniß** ist also nichts anders, als ein Durchgang des Monds durch den Schatten der Erde, wobey der im Erdschatten befindliche Theil, bisweilen auch die ganze Mondscheibe, ihr von der Sonne entlehntes Licht verliert.

Es sey Taf. IX. Fig. 27. in S die Sonne, in C die Erde, so ist EHF der Erdschatten, welcher nach optischen Grundsätzen eine kegelförmige Gestalt haben, und sich bis H, etwa 217 Erdhalbmesser weit von ECF erstrecken muß, s. **Schatten.** Dieser Erdschatten wird von den äußersten Stralen der Sonne AH und BH begrenzt, und heißt der **wahre Schatten**, weil den Orten, die sich in ihm befinden, wegen der im Wege stehenden Erde, kein Punkt der Sonne sichtbar seyn kan. Ist nun ML ein Theil der Mondbahn, so kan der Mond, der nur etwa 60 Erdhalbmesser von C entfernt ist, bey r, wo er von der Erde aus der Sonne gegenüber oder als Vollmond gesehen wird, in diesen Schatten treten, bey m gänzlich verfinstert seyn, und bey t wieder aus dem Schatten hervorkommen.

Es folgt aber nicht, daß dies bey allen Vollmonden geschehen müsse. Wenn in der Figur die Fläche des Papiers die Ebne der Ekliptik vorstellt, so liegt die Mondbahn, wovon ML ein Theil ist, nicht in eben derselben Fläche, sondern macht mit ihr einen Winkel von etwa 5 Graden, schneidet sich mit ihr in einer geraden Linie, welche die **Knotenlinie** heißt, und wird von dieser Linie in zween Theile getheilt, wovon der eine über, der andere un-

ter die Fläche der Figur fällt, indem die Knotenlinie in dieser Fläche selbst liegt. Wenn also zu der Zeit, da der Mond nach r kömmt, die Knotenlinie nicht weit von der Lage Cm abweicht, d. h. wenn ein Knoten des Monds in oder nahe bey m fällt, so wird der Mond der Ebne der Ekliptik nahe kommen, und also den Erdschatten treffen können; ist er aber zu eben der Zeit von seinem Knoten entfernt, so geht er, nach der Lage der Figur zu reden, über oder unter dem Schatten vorbey, und leidet keine Verfinsterung, welches der Fall bey den meisten Vollmonden ist. Da der größte scheinbare Halbmesser des Erdschattens 47 Min. und der des Monds 17 Min. beträgt, so kann keine **partielle** Finsterniß mehr statt finden, wenn die Breite des Monds (d. i. der Abstand seines Mittelpunkts von der Ekliptik) im Augenblicke des Vollmonds 64 Min. (47+17), und keine **totale**, wenn sie 30 Min. (47 — 17) übersteigt; wovon das erste erfordert, daß der Mond über 12 — 13 Grad, das letztere, daß er über 6 Grad vom nächsten Knoten entfernt sey. Dies erläutert Taf. IX. Fig. 28., wo ☋ den Knoten des Monds, EL☋ die Ekliptik, C☋ die Mondbahn darstellet. Steht im Augenblicke des Vollmonds der Erdschatten in E, 13 Grad von ☋ entfernt, daß EC 47+17=64 Min. beträgt, so streicht der Mond C nur gerade am Rande des Schattens hin, ohne verfinstert zu werden; bey L aber, 6 Grad von ☋, ist die größte Entfernung, in der sich der Mond ganz in den Erdschatten einsenken kan.

Es giebt daher bisweilen ganze Jahre, in welchen keine Mondfinsterniß vorfällt, weil alle Vollmonde derselben zu weit von den Knoten der Mondbahn entfernt sind, wie z. B. die Jahre 1781 und 1788: gemeiniglich aber ereignen sich zwey Mondfinsternisse in jedem Jahre, die letztere 6 Monate nach der ersten.

In der Gegend der Mondbahn ist der Schattenkegel der Erde noch fast dreymal breiter, als der Mond, so daß letzterer nicht allein völlig verfinstert werden, sondern sich auch eine Zeit lang im völligen Schatten verweilen kan. Eine solche Finsterniß heißt eine **totale mit Dauer** (to-

talis cum mora) und wenn der Mond im Augenblicke der Opposition im Knoten selbst ist, daß also die Mittelpunkte des Erdschattens und der Mondscheibe auf einander fallen, eine **centrale**, bey welcher die Dauer der totalen Verfinsterung auf $1\frac{3}{4}$ Stunden betragen kan.

Um den wahren Schatten der Erde herum befindet sich noch der **Halbschatten** (penumbra) EL, FM Taf. IX. Fig. 27., der von den Lichtstralen AFMK und BELI begrenzt wird, und in welchem immer noch ein Theil der Sonne zu sehen ist. Kömmt z. B. der Mond in M, so fängt der Rand der Erdkugel F an, ihm den Sonnenrand A zu verdecken; je weiter er nach r rückt, desto mehr wird die Sonne von der Erde bedeckt, bis endlich in r die ganze Sonnenscheibe bedeckt zu werden anfängt. So sehen die Bewohner des Monds, so lange sie sich im Halbschatten befinden, eine partielle, und wenn sie in den wahren Schatten kommen, eine totale Sonnenfinsterniß. Auf der Mondscheibe ist der Halbschatten nicht so deutlich zu bemerken; er zeigt sich nur vor und nach dem Ein- und Austritt in den wahren Schatten dadurch, daß er die Mondflecken etwas trüb und unkenntlich macht. Inzwischen verliert er sich dennoch so unmerklich in den wahren Schatten, daß dadurch die Beobachtungen des Anfangs einer Mondfinsterniß immer ungewiß gemacht werden.

Da die Mondfinsterniß eine wirkliche Beraubung des Lichts ist, so muß sie von allen Einwohnern der Erde, bey denen sie **sichtbar** ist (oder denen der Mond zur Zeit der Verfinsterung über dem Horizonte steht), zu einerley Zeit und auf einerley Weise gesehen werden. Dies macht die astronomische Berechnung der Mondfinsterniß sehr einfach. Wenn man die Zeit, da eine solche Finsterniß einfallen wird, vorläufig kennet, wozu die Astronomie leichte Regeln vorschreibt, so läßt sich aus den astronomischen Tafeln die genaue Zeit des Vollmondes für den Meridian eines gewissen Orts auf der Erde, und für diese Zeit die Breite, stündliche Bewegung und der Halbmesser des Monds, die stündliche Bewegung und der Halbmesser der Sonne, die Mond- und Sonnenparallaxe u. s. w. finden, woraus man mit

Hülfe einiger astronomischen Lehrsätze den scheinbare Halbmesser des Erdschattens berechnen, und dann entweder durch Rechnung oder noch leichter durch Zeichnung, Anfang, Mittel, Ende, Größe der Finsterniß, und alle übrige Umstände bestimmen kan. Anleitungen dazu finden sich in den Lehrbüchern der Sternkunde (Astronomisches Handbuch von **de la Lande**, aus d. Frz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 620. u. f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. 8. Zweyter Theil, §. 538. u. f.).

Die **Größe** einer Mondsinsterniß drückt man nach einer alten Gewohnheit in **Zollen**, d. i. in Zwölftheilen des Monddurchmessers, und in **Minuten**, oder Sechzigtheilen der Zolle aus. Erreicht der Erdschatten z. B. gerade den Mittelpunkt der Mondscheibe, so sagt man, die Größe der Versinsterung betrage 6 Zoll. Die totale Versinsterung macht 12 Zoll aus; man rechnet aber hiebey noch die Zolle hinzu, um welche sich der Mond in den weit größern Erdschatten einsenkt; daher bey den totalen Mondsinsternissen mit Dauer, die Größe bis auf 21 Zoll und drüber steigen kan.

Bey gänzlichen Mondsinsternissen ist bisweilen der Mond völlig verschwunden, wie **Kepler** (Astron. Opt. p. 227. Epit. Astr. Copern. L. V. p. 825.) von den am 9 Dec. 1601 und am 15 Jun. 1620 meldet. **Hevel** (Selenograph. Cap. VI. fol. 117.) versichert, am 25 Apr. 1642. habe man bey einer gänzlichen Verstinsterung den Ort des Monds auch durch Fernröhre nicht entdecken können, obgleich der Himmel so heiter gewesen, daß man die Sterne der fünften Größe gesehen habe. Dergleichen gänzliche Verschwindung aber ereignet sich sehr selten. Mehrentheils sieht man den Mond selbst während der totalen Versinsterung noch wie eine Kugel von hell- oder dunkelrother Farbe. Taf. IX. Fig. 27. wird leicht erläutern, wie dieses vermittelst derjenigen Sonnenstralen geschehen könne, welche auf die Atmosphäre der Erde um die Gegend von E und F fallen, und beym Durchgange durch die Luft so gebrochen werden, daß sie den Mond treffen. In der Erdferne erscheint der Mond gewöhnlich heller und röther, als in der

Erdnähe; vermuthlich weil der Schatten daselbst schmäler ist, und die von der Erdluft gebrochnen Sonnenstralen näher zum Mittelpunkte desselben kommen. Es kömmt aber auch hiebey viel und fast alles auf die Beschaffenheit der Atmosphäre an den Orten der Erde E und F an.

Die Beobachtung einer Mondfinsterniß besteht darinn, daß man nach einer genauen Uhr den Augenblick des Anfangs und Endes derselben, ingleichen den Anfang und das Ende der gänzlichen Verfinsterung und die Zeitpunkte, wenn gewisse Flecken und Berge des Monds in den Erdschatten und wieder heraustreten, genau bemerkt, auch die Größe des verfinsterten Theiles von Zeit zu Zeit abmißt. Die unbestimmten Grenzen des wahren und Halb-Schattens aber machen diese Beobachtungen etwas unsicher.

Der Gebrauch, den man von diesen Beobachtungen macht, besteht nicht allein in der Berichtigung der Tafeln oder in der Verbesserung der Kenntniß des Mondlaufs, sondern er erstreckt sich auch auf die Geographie. Da die Mondfinsternisse allen Bewohnern der Erde zugleich und in einerley Augenblicke erscheinen, so geben sie eine Menge Merkmale von gleichzeitigen Augenblicken an, und der Unterschied der verschiedenen Stunden, welche zwo von einander entfernte Orte der Erde in diesen Augenblicken zählen, zeigt den Unterschied der Zeit dieser Orte überhaupt an, und bestimmt den Unterschied ihrer geographischen Längen, s. **Länge, geographische.**

Es sey z. B. wie Taf. IX. Fig. 27. der Mond mitten im Erdschatten bey m, so wird ihn in eben dem Augenblicke der Zuschauer sowohl aus F, als aus o und E, central verfinstert erblicken. Der in F aber wird, (weil sich die Erde nach FoE um ihre Axe dreht) in eben dem Augenblicke die Sonne im Horizonte haben, und untergehen sehen, mithin etwa 6 Uhr Abends zählen; der in o wird die Sonne gerade im entgegengesetzten Meridian haben, also Mitternacht d. i. 12 Uhr; der in E endlich wird die Sonne aufgehen sehen, und 6 Uhr früh oder 18 Uhr zählen. Diese Unterschiede der Zeit für einerley Augenblick zeigen, daß der Mittag, als der Anfang der Stundenzählung in E 6 Stun-

den früher, als in o, und hier 6 Stunden früher als in F gewesen sey, d. i. daß sich die geographischen Längen der Orte E und o, ingleichen o und F um 90° unterscheiden.

Sonnenfinsternisse.

Die Sonne verliert zuweilen **zur Zeit des Neumonds** bey heiterm Himmel ihren Schein, auf die Art, als ob eine schwarze Scheibe von Abend gegen Morgen in sie rückte, welche bisweilen viel, bisweilen wenig von der Sonne, manchmal auch die ganze Sonne bedeckt. Diese Begebenheit heißt eine **Sonnenfinsterniß** (Eclipsis Solis s. solaris, Defectus Solis, *Eclipse de Soleil*). Sie erfolgt nie zu anderer Zeit, als im Neumonde, d. i. wenn man den Mond eben da zu suchen hat, wo die Sonne steht. Da nun der Mond ein dunkler undurchsichtiger Körper ist, der sich geschwinder als die Sonne von Abend gegen Morgen bewegt, so ist kein Zweifel, daß der Mond durch sein Vortreten vor die Sonne die Sonnenfinsternisse veranlasse; welches dadurch zur völligen Gewißheit gebracht wird, daß man nach dieser Voraussetzung dergleichen Begebenheiten vorhersagen, und aufs genauste berechnen kan. Die **Sonnenfinsterniß** ist also nichts anders, als eine Bedeckung der Sonne durch den Mond, wobey die Sonne ihr Licht nicht wirklich verliert, sondern dasselbe nur den Erdbewohnern durch den vortretenden Mond entzogen wird; daher denn auch nicht an allen Orten der Erde ein gleich großer Theil der Sonne verfinstert wird.

Die Sonnenfinsternisse sind entweder **partial**, wenn die Sonne nur zum Theil, oder **total**, wenn sie ganz vom Monde bedeckt wird. Das letzte setzt voraus, daß zur Zeit einer solchen Begebenheit der Mond größer aussehe, oder einen größern scheinbaren Durchmesser habe, als die Sonne. Nun sind die scheinbaren Durchmesser des Monds und der Sonne fast von gleicher Größe, aber beyde veränderlich. Daher ist zuweilen auch des Monds Durchmesser der kleinere. In diesem Falle kan der dunkle Mond ganz in die Sonnenscheibe hineintreten und noch einen hellen Ring um sich unbedeckt lassen. Eine solche Finsterniß heißt eine

ringförmige (annularis, *annulaire*); so ward z. B. die vom 1 April 1764. zu Cadix, Calais und Pello in Lappland ringförmig gesehen, ob sie gleich bey uns nur die größere Hälfte der Sonne betraf. **Central** heißen die Sonnenfinsternisse, wenn die Mittelpunkte des Monds und der Sonne zusammentreffen: ist hiebey der Durchmesser des Monds kleiner, als der der Sonne, so ist die Finsterniß ringförmig; ist er größer, so ist sie **total mit Dauer** (totalis cum mora, *avec durée*); sind beyde Durchmesser gleich, daß zwar der Mond die Sonne deckt, aber wegen seiner eignen Bewegung sogleich wieder verläßt, so ist die Verfinsterung **total ohne Dauer** oder von augenblicklicher Dauer (totalis sine mora, *sans durée*).

Die Sonnenfinsternisse, besonders die größern, sind schon von den ältesten Völkern und Schriftstellern als sehr merkwürdige Begebenheiten angesehen worden. Im dreyzehnten Capitel des Propheten Esaias wird ihrer erwähnt, desgleichen im **Homer** und **Pindar**; umständlich handelt von ihnen **Plinius** (Hist. nat. II. 12.). Nach ihm soll **Thales** unter den Griechen der Erste gewesen seyn, der eine Sonnenfinsterniß vorhergesagt hat, und zwar diejenige, die nach **Herodots** Nachricht im 6ten Jahre des Krieges zwischen den Lydiern und Medern, während der Schlacht den Tag in Nacht verwandelte, und die nach **Costards** Berechnung (Philos. Transact. 1753. p. 23.) auf den 17ten May des 603ten Jahres vor C. G. gefallen ist. Man sieht hieraus, wieviel die Berechnung solcher Begebenheiten zur genauern Bestimmung der Zeitrechnung beytragen kan. In einem im chronologischen und diplomatischen Fache sehr brauchbaren Buche (L'art de verifier les dates, Paris, 1770. fol.) findet man ein genaues Verzeichniß aller seit dem Anfange der christlichen Zeitrechnung vorgefallenen Finsternisse.

Der Anblick einer großen, besonders einer gänzlichen, Sonnenfinsterniß ist in der That etwas sehr sonderbares. Es zeigen sich dabey alle Wirkungen der Nacht. Die Vögel fallen zur Erde nieder, die Sterne erscheinen, und die Dunkelheit ist, wo nicht größer, doch auffallender und

empfindlicher, als die der Nacht selbst. Es sind aber die gänzlichen Sonnenfinsternisse für einen bestimmten Ort äusserst selten. Im Jahre 1706 den 12 May ward eine an den meisten Orten Deutschlands total gesehen; in Paris aber blieb noch $\frac{1}{12}$ vom Sonnendurchmesser unbedeckt, dessen Licht aber eine traurige blasse Farbe zeigte (Hist. de l' acad. roy. des Sc. 1706.). Zu Montpellier, wo diese Finsterniß total war, und fast überall in Deutschland, sahe man während der gänzlichen Verfinsterung um den Mond herum einen lichten Ring, dessen Breite auf der Seite, wo er am merklichsten war, ein Zwölftheil des Monddurchmessers betrug, und den **Wolf** (Elem. Astr. §. 54.) von dem wieder hervorgehenden Stücke der Sonnenscheibe an der Stärke des Lichts und an der Gestalt sehr deutlich unterscheiden konnte. Einen ähnlichen Ring beobachtete auch **Don Ulloa** auf der Südsee bey der Sonnenfinsterniß am 24 Jun. 1778. Man hat die Erscheinung dieses Ringes zum Beweise einer Mondatmosphäre gebrauchen wollen, s. **Atmosphäre des Monds.** In Paris sahe man eine gänzliche Sonnenfinsterniß am 22sten May 1724, wo die völlige Dunkelheit $2\frac{1}{4}$ Minuten dauerte, auch Venus und Merkur sichtbar wurden. Der erste kleine Theil der Sonne, der sich wieder entdeckte, schien wie ein lebhafter Blitz die ganze Dunkelheit auf einmal zu zerstreuen (Hist. de l' acad. 1724.).

Ueberhaupt fallen zwar viel mehr Sonnen- als Mondfinsternisse vor; aber da die Sonnenfinsternisse immer nur auf einem geringen Theile der Erdfläche sichtbar sind, so sind für einen bestimmten Ort die sichtbaren Sonnenfinsternisse weit seltener, als die sichtbaren Mondfinsternisse. Das Verhältniß ist ohngefähr wie 4 zu 11. Für Paris hat **de Vaucel** berechnet (Mém. présentés. To. V. p. 575.), daß von 1774 bis 1900, 59 Sonnenfinsternisse sichtbar seyn werden, worunter keine gänzliche, und nur eine ringförmige den 9 Oct. 1847 befindlich seyn wird.

Wenn uns der Mond die Sonne ganz verdeckt, so muß natürlicher Weise sein Schatten auf die Erde fallen, und den Ländern, die er trift, das Sonnenlicht entziehen;

daher ist eine solche Himmelsbegebenheit eigentlich eine **Erdfinsterniß** (eclipsis terrae). Als eine solche erscheint sie auch den Bewohnern des Mondes, und läßt sich so in der Sternkunde am leichtesten und allgemeinsten betrachten.

Es sey Taf. IX. Fig. 29. in T die Erde, ACB ein Stück der Mondbahn, der Mond jetzt in C, und in S die Sonne, l der westliche und K der östliche Rand derselben. Steht der Neumond C mit T und S in einer Fläche, so kan sein Schatten, welcher gegen die Erde spitzig zuläuft, auf den Ort a fallen, und hier wird die Sonne vom Monde gänzlich bedeckt erscheinen. Der **Halbschatten** des Monds erstreckt sich von n bis o, und schneidet einen Kreis auf der Erdfläche ab, in welchem die Orte liegen, die nur einen Theil der Sonne bedeckt sehen; dieser Theil ist desto größer, je näher der Ort dem Mittelpunkte a des Kreises liegt. Von o aus zeigt sich der westliche, von n aus der östliche Mondrand an der Sonne. Außer dem beschatteten Raume n e o ist in diesem Augenblicke sonst nirgends etwas von dieser Sonnenfinsterniß zu sehen; denn die Orte von n e o bis NTM sehen ungehindert die völlige Sonne.

Wenn die Sonne zu dieser Zeit in der Erdferne, und der Mond in der Erdnähe ist, so hat der Schattenkegel bey a noch einige Breite, und a sieht eine totale Finsterniß mit einer Dauer, die sich höchstens auf 3 Min. 41 Sec. erstrecken kan. Erscheinen die Durchmesser der Sonne und des Monds genau gleich groß, so fällt genau die Spitze des Schattenkegels auf a, und die Finsterniß ist daselbst total und central ohne Dauer. Endlich, wenn der scheinbare Durchmesser des Monds, wie in den meisten Fällen, kleiner ist als der der Sonne, so erreicht die Spitze des Schattens die Erde gar nicht, und die Finsterniß ist bey a ringförmig.

Während der Finsterniß bewegt sich nicht allein der Mond von A durch C nach B, sondern es dreht sich auch die Erde nach eben derselben Richtung, nemlich nach MaN um ihre Axe. Ist nun der Mond in A, so berührt der östliche Rand seines Halbschattens die Erde zuerst bey i, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey i in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, sieht unter allen zu-

erst die Sonne beym Aufgange an ihrem westlichen Rande durch den Vortritt des östlichen Mondrands g verfinstert werden. Nun geht der Mondschatten über i o, und wenn der Mond nach C kömmt, so bedeckt er die Sonne für die Länder um a gerade um die Zeit des Mittags. Wenn endlich der Mond in B anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens bey K die Erde, und der Ort, welcher alsdann bey K in die dunkle Hälfte der Erde geht, ist der letzte unter allen, der gerade bey Sonnenuntergang die Finsterniß sich endigen, und den westlichen Mondrand h den östlichen Sonnenrand K verlassen sieht. So läuft der Mondschatten vom Abend gegen Morgen über die Erdfläche fort; die westlichen Länder sehen die Sonne früher verfinstert als die östlichen, und ein sehr großer Theil der Erdfläche sieht gar keine Verfinsterung, ob er gleich die Sonne über dem Horizonte hat.

Man wird hieraus schon abnehmen, daß die Theorie und Berechnung einer Sonnenfinsterniß, sowohl als Erdfinsterniß allgemein für die ganze Erde (eclipsis solis generalis), als auch für einzelne Orte, weit schwerer, als die Berechnung der Mondfinsterniß, ausfallen müsse. Sie wird inzwischen sehr erleichtert, wenn man sich die Eklipse als Erdfinsterniß vorstellt, und den Zuschauer über der Erde in einen dazu schicklichen Punkt stellt, wobey man nachher die künstliche Erdkugel und die Zeichnung zu leichterer Bestimmung der Resultate gebrauchen kan. Hiezu findet man Anweisungen bey **de la Lande** (Astron. Handbuch, §. 640. u. f.), **Bode** (Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Zweyter Theil. §. 549. u. f.) und in andern astronomischen Lehrbüchern. Die Umstände der Erdfinsterniß aber durch bloße Rechnung zu finden, ist eine Arbeit, die die Geduld auch des geübtesten Rechners ermüden könnte. **Ge. Matthias Bose** hat sie in einer akademischen Schrift (Eclipsis terrae 1733. d. $\frac{2}{13}$ Maii. Lips. 1733. 4.) mit ungemeiner Mühsamkeit umständlich ausgeführt. Kürzer ist die Berechnung, wenn man eine solche Begebenheit blos als Sonnenfinsterniß für einen bestimmten Ort der Erde betrachtet. Alsdann berechnet man sie zuerst aus den Ta-

feln für den Mittelpunkt der Erde, fast wie die Mondfinsterniß, bringt dann die Zeitangaben auf den Meridian des Orts, untersucht, was in den merkwürdigsten Zeitpunkten der Begebenheit Sonne und Mond für Höhen über dem Horizonte dieses Orts, mithin für Parallaxen haben, wie viel also die Parallaxen jeden dieser Körper in diesen Zeitpunkten niedriger darstellen, wodurch sich denn die Erscheinungen der Finsterniß für den verlangten Ort ergeben. Von einer solchen Berechnung hat **Reccard** ein schönes Beyspiel für Berlin gegeben (Abhandlung von der großen Sonnenfinsterniß den 1 Apr. 1764. von G. C. **Reccard**, Berlin, 1763. Zweyte Auflage, 1764. 4.). Nach gemachter Berechnung für die vornehmsten Zeitpunkte läßt sich eine Zeichnung entwerfen, welche die Finsterniß sinnlicher darstellt, und die Data für die Zwischenzeiten leicht angiebt.

Nur diejenigen Neumonde sind mit Sonnenfinsternissen begleitet, bey welchen der Mond nicht allzuweit von einem seiner Knoten entfernt ist. Die Theorie lehrt, daß keine Sonnenfinsterniß mehr möglich sey, wenn der Mond bey seiner Zusammenkunft mit der Sonne über 21 Grad vom Knoten absteht, daß hingegen gewiß eine an irgend einem Orte der Erde erfolge, wenn er weniger als 15 Grad vom Knoten entfernt ist. Diese Grenzen erstrecken sich weiter, als die für die Mondfinsternisse; daher es überhaupt genommen mehr Erdfinsternisse als Mondfinsternisse geben muß, nur daß die erstern nicht an so vielen Orten sichtbar sind. Es kan sich sogar ereignen, daß zween Neumonde hinter einander mit Sonnenfinsternissen begleitet sind. Denn zween auf einander folgende Neumonde fallen in Punkte des Thierkreises, die 30° von einander entfernt sind, und so kan der erste z. B. 15° vor dem Knoten, der andere 15° hinter dem Knoten fallen, welches beydes innerhalb der Grenzen fällt, da Sonnenfinsternisse möglich sind. So werden im Jahre 1790 die beyden Neumonde vom 14 April und 13 May, und wiederum die vom 8 Oct. und 6 Nov. sämmtlich mit partialen Sonnenfinsternissen begleitet seyn. Bey den Mondfinsternissen kan dies niemals statt finden, weil sich die Grenze des Abstands vom Knoten,

für welche noch eine Finsterniß möglich ist, bey diesen nur bis 13 Grad erstreckt.

Die Beobachtung einer Sonnenfinsterniß bestehet darinn, daß man nach einer genauen Uhr den Augenblick des Anfangs und Endes derselben genau bemerkt, von Zeit zu Zeit die Größe des verfinsterten Theils, welche wie beym Monde, in Zollen und Minuten angegeben wird, mißt, und überhaupt den scheinbaren Weg der Mondscheibe durch die Sonne so genau als möglich, zu bestimmen sucht. Weil sich hiebey der dunkle Mondrand auf dem hellen Sonnenteller sehr deutlich und wohlbegrenzt zeiget, so sind diese Beobachtungen weit zuverläßiger und höher zu schätzen, als die der Mondfinsternisse.

Daher werden diese Beobachtungen von den Astronomen so oft als möglich angestellt, und theils zu Berichtigung der Tafeln, theils aber auch zur Bestimmung des Unterschieds der geographischen Länge zweener Orte genützt. Zu der leztern Absicht dienen sie mit ganz vorzüglicher Sicherheit; nur erfordern sie noch ziemlich weitläuftige Berechnungen, um die an beyden Orten beobachtete scheinbare Berührung des Sonnen- und Mondrandes auf eine wahre oder aus dem Mittelpunkte der Erde gesehene zu reduciren, aus welcher sich alsdann erst auf den Unterschied der Längen schließen läßt.

Allgemeine Bemerkungen über Sonnen- und Mondfinsternisse.

Die Verfinsterungen der Sonne und des Monds kehren, wie alle Himmelsbegebenheiten, in gewissen Perioden wieder. Man kan schon nach einer Finsterniß von ansehnlicher Größe erwarten, daß sich im folgenden Jahre, 11 Tage früher, wiederum eine, aber von geringerer Größe, zeigen werde. Denn da 12 Mondenmonate nur 354 Tage ausmachen, so fallen die Neu- und Vollmonde im folgenden Jahre 11 Tage früher, s. Epakte, und der dreyzehnte trift etwa 11° weit von der Gegend des Thierkreises, in welcher der Knoten im vorigen Jahre stand, wenn im ersten eine

Finsterniß war. Es gehen aber die Mondsknoten jährlich um 19° zurück; also ist der Knoten im folgenden Jahre über die vorerwähnten 11° noch 8° weiter zurück, und der Neu- oder Vollmond ist jetzt 8° vom Knoten, wenn er das Jahr vorher im Knoten selbst war. Daher ist die Finsterniß kleiner. Im folgenden Jahre ist die Entfernung 16°, daher die Mondfinsterniß schon ganz wegfällt, die Sonnenfinsterniß aber noch möglich bleibt. So fallen nach einander Sonnenfinsternisse: d. 15 Jun. 1787, d. 4 Jun. 1788, d. 24 May 1789, den 13 May 1790 immer im folgenden Jahre ungefähr 11 Tage früher, als im vorigen. Die erste ist von geringer Größe, die v. 1788 ist central, die letztern sind wiederum geringer. Mondfinsternisse fallen: den 9 May 1789, den 29 Apr. 1790 eine gänzliche, den 18 April 1791.

Eine sehr merkwürdige Periode der Rückkehr der Finsternisse ist die **Halleyische** oder **Plinianische** von 223 Mondenmonaten, oder 6585⅓ Tagen, welche 18 Jahre und 11 Tage (oder, wenn in diesen 18 Jahren 5 Schaltjahre fallen, 10 Tage) und 8 Stunden ausmachen. Während dieser Zeit sind die Knoten des Monds, welche jährlich 19° 19' zurückgehen, etwa um 349° 20' fortgegangen, also noch 10° 40' vorwärts von ihrer Stelle im Anfang der Periode entfernt. Die Sonne selbst aber hat 18 Umläufe vollendet, und in den 10 Tagen noch etwa 10° 40' vorwärts zurückgelegt: sie steht also gegen den gleich weit fortgerückten Mondsknoten fast eben so, wie im Anfange der Periode. Der Mond hat 223 Mondwechsel genau vollendet, und steht also wieder eben so, wie im Anfange; daher am Ende der Periode wieder eine Finsterniß erfolgen muß, wenn es eine im Anfange derselben gab, weil Sonne, Mond und Mondsknoten eben dieselbe Stellung haben. **Halley**, von welchem auch diese Periode benannt worden ist, sagte vermittelst derselben die Sonnenfinsterniß den 2 Jul. 1684. voraus, weil den 22 Jun. 1666 eine beobachtet worden war. Nach einer beträchtlichen Finsterniß aber werden die nächsten nach 18 Jahren immer kleiner, bis sie endlich ganz außenbleiben.

Es ist gewiß, daß diese Periode schon den Chaldäer unter dem Namen **Saros** bekannt gewesen sey. **Ptolemäus** (Almag. IV. 29.) führt aus dem Hipparchus an die alten Astronomen hätten sie erfunden, und um volle Tage zu haben, die 6585⅓ mit 3 multiplicirt, woraus ein Periode von 669 Mondenmonaten oder 19756 Tagen entstanden sey. Nun sagt aber **Geminus** (Elem. astr. c. 15.) ausdrücklich, die Periode von 669 Monaten sey chaldäischen Ursprungs. Ueberdies führt **Svidas** im Wörterbuche unter dem Worte Saros nach der Berichtigung des **Pearson** (Expos. symb. apostol. Lond. 1683. f. 59.) an, der Saros sey ein chaldäisches Zeitmaaß, das aus 222 Mondenmonaten oder 18 Jahren und 6 Monaten bestehe. **Halley** (Philos. Trans. no. 194. ann. 1691.) zeigt zwar, daß diese Angabe fehlerhaft, und 223 Monate für 222 zu lesen sey; allein die Stelle ist doch hinlänglich, die Bekanntschaft der Chaldäer mit dieser Periode zu erweisen. Die unter den Alten erwähnten Vorherverkündigungen der Finsternisse sind gewiß blos vermittelst dieser, oder einer andern ähnlichen Periode geschehen. Auch **Plinius** gedenkt derselber (Hist. nat. II. 13.) mit den Worten: Defectus Solis et Lunae ducentis viginti tribus mensibus redire in suos orbes certum est, welche Stelle **Halley** ebenfalls aus Manuscripten berichtiget, und daher diese Periode die **Plinianische** genannt hat. (Man s. hierüber *Weidler* Hist. astr. Cap. III. §. 18. und **Bailly** Geschichte der alten Sternkunde, a. d. Frz. Zweyter Band. Leipzig, 1777. gr. 8. S. 172. u. f.)

Eben dieses leisten die Perioden von 716, von 3087, 6890, 9977 rc. Mondenmonaten; jede folgende immer genauer, als die vorhergehenden.

Die Berechnung sowohl der vergangenen als der zukünftigen Finsternisse aus den astronomischen Tafeln ist allerdings sehr mühsam. **Lambert** hat seine großen Talente für die Construction zur Erleichterung dieser Bemühungen angewendet, und schon 1765 zu Berlin die Beschreibung einer ekliptischen Tafel herausgegeben, wo man

auf einem Kupferstiche die Umstände jener Finsterniß durch Abmessen bestimmen kan. Vollständiger findet man diese Tafel im zweyten Theile seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik (Berlin, 1770. 8. no. XII.), und noch weiter ausgeführt in des unglücklichen **Wasers** historisch-diplomatischem Jahrzeitbuche (Zürich, 1779. auf 29 Folioblättern).

Ich will noch einige Sätze von den Finsternissen beyfügen, welche die angeführte lambertische Tafel sogleich durch den Augenschein beweiset. Die Anzahl der Finsternisse in einem Jahre kan höchstens bis auf 7 steigen, und alsdann treffen dieselben im Jänner, Junius, Julius und December ein. Ein Beyspiel gab das Jahr 1787 mit 4 Sonnen- und 3 Mondsinsternissen. In jedem Jahre müssen wenigstens zwey Sonnensinsternisse einfallen; Mondsinsternisse können gänzlich fehlen, wie 1788. Je größer die Sonnensinsternisse in einem Jahre sind (nemlich aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet), desto kleiner sind die Mondsinsternisse, und umgekehrt. Wenn eine totale Mondsinsterniß einfällt, so sind gemeiniglich beyde Neumonde, der vorhergehende und nachfolgende, mit Sonnensinsternissen, aber von geringer Größe, begleitet. Im Jahre 1790 z. B. fallen totale Mondsinsternisse den 29 April und 23 October: die nächsten Neumonde vor und nachher, den 14 April, 13 May, 8 Oct. und 6 Nov. haben kleine Sonnensinsternisse. Fallen hingegen centrale Sonnensinsternisse ein, so sind die Neumonde vor und nachher ganz ohne Mondsinsterniß.

Die astronomischen Kalender und Ephemeriden, z. B. Herrn **Bode** astronomisches Jahrbuch, geben zur Bequemlichkeit der Astronomen die Finsternisse eines jeden Jahres mit ihren Umständen genau berechnet an. Ein Verzeichniß aller bis zu Ende dieses Jahrhunderts einfallenden Finsternisse hat Herr **Bode** (Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. Dritte Aufl. Berlin 1777. gr. 8. S. 453. u. f.) mitgetheilt.

Verfinsterungen der Trabanten oder Nebenplaneten.

Der Planet Jupiter wird von vier, Saturn von fünf Monden, Trabanten oder Nebenplaneten begleitet, s. **Nebenplaneten**, welche eben so, wie die Hauptplaneten, an sich dunkle Körper sind, und blos von der Sonne erleuchtet werden. Wenn nun diese Nebenplaneten bey ihrem beständigen Umlauf um den Hauptplaneten in den Schatten des letztern kommen, so ereignen sich **Trabantenverfinsterungen** (Eclipses Satellitum, *Eclipses des Satellites*). Wir haben hier blos von den Verfinsterungen der Jupitersmonden zu handeln, weil sie die einzigen sind, welche man beobachten kan.

Die Jupitersmonden laufen sehr geschwind um ihren Hauptplaneten, ihre Bahnen sind nur unter sehr kleinen Winkeln gegen die Bahn des Jupiters und gegen die Ekliptik geneigt, und ihre Größe ist sehr gering gegen die Größe des Jupiters und gegen den Durchmesser seines Schattenkegels. Diese Umstände verursachen, daß die Jupitersmonden bey jedem Umlaufe den Schatten ihres Hauptplaneten durchschneiden müssen, daher die Verfinsterungen derselben sehr häufig sind. Im Jupiter selbst müssen sie sich als Mondsfinsternisse zeigen. Gehen aber die Monden zwischen dem Jupiter und der Sonne hindurch, so können sie auch ihren Schatten auf den Hauptplaneten werfen, und Sonnenfinsternisse auf ihm verursachen, wobey wir auf der Erde die Schatten der Trabanten als dunkle runde Flecken über die Scheibe des Jupiters rücken sehen.

Wenn die Erde zur Zeit der Conjunction oder Opposition des Jupiters mit der Sonne, nach Taf. IX. Fig. 30. in C oder D steht, so liegt der Schatten des Jupiters für uns gerade hinter ihm, wird unserm Auge von ihm verdeckt, und wir sehen mehrere Tage nach einander eben so wenig den **Eintrit** (*Immersion*) bey e, als den **Austritt** (*Emersion*) der Monden bey m, in und aus dem Schatten. Rückt die Erde weiter von C nach B, so wird Jupiter in den Frühstunden sichtbar, und man fängt an die rechte oder West-

seite des Schattens zu sehen, an welcher die Eintritte in e geschehen. In B, wenn Jupiter fast um 90° von der Sonne S absteht, und früh um 6 Uhr culminirt, ist dies am merklichsten. Indem die Erde von B nach D läuft, rückt der Schatten allmählich wieder hinter den Körper des Jupiters. In D selbst, wo Jupiter der Sonne entgegen gesetzt ist, und um Mitternacht culminirt, sieht man wiederum weder Eintritte noch Austritte. Kömmt die Erde gegen A, so wird Jupiter Abends sichtbar, und der Schatten zeigt sich linker Hand oder ostwärts vom Jupiter, daß also jetzt blos die Austritte der Monden beym sichtbar sind. Dies wird am merklichsten in A, wo Jupiter Abends um 6 Uhr culminirt. Läuft endlich die Erde von A bis C, so tritt der Schatten nach und nach wieder hinter den Jupiter, bis um C dieser Planet selbst mit der Sonne zusammen kömmt, und in den Sonnenstralen verschwindet. Also sieht man von der Conjunction bis zur Opposition nur die Eintritte, von dieser bis zu jener nur die Austritte. Dies gilt wenigstens für den ersten und zweyten Jupitersmond. Von dem dritten und vierten aber, welche weiter vom Jupiter abstehen, werden, vornehmlich bey A und B, sowohl die Ein- als Austritte gesehen, und in gewissen Lagen gegen die Ekliptik sieht man dieselben sogar um C und D, wobey der Schatten sowohl, als der Mond, oberhalb oder unterhalb des Jupiters zu stehen scheint.

Da die Verfinsterungen der Jupitersmonden wirkliche Beraubungen des Lichts sind, so müssen sie allen Orten der Erde zu gleicher Zeit und auf gleiche Weise erscheinen, und sind daher, als Merkmale gleichzeitiger Augenblicke, zu Erfindung des Unterschieds der geographischen Längen sehr bequem zu gebrauchen, s. Länge, geographische. Man kan sie mit Hülfe des sogenannten Jovilabiums leicht vorher wissen, und dann die nähern Umstände aus den sehr genauen Tafeln des Ritter Wargentin, die sich in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln finden, ohne große Mühe berechnen. Zu noch mehrerer Bequemlichkeit der Astronomen sind sie in den astronomischen Ephemeriden und Kalendern schon berechnet angegeben.

Die Beobachtung dieser Verfinsterungen kömmt darauf an, daß man den Augenblick der Verschwindung oder der ersten Wiedererscheinung des Trabanten nach einer genauen Uhr bemerkt, und in wahrer Sonnenzeit ausdrückt. Die Jupitersmonden sind zwar schon durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß sichtbar: aber ihre Verfinsterungen zu beobachten, wird doch wenigstens ein 12füßiges gemeines Fernrohr, oder ein an Wirkung diesem gleich kommendes Spiegelteleskop oder achromatisches Fernrohr erfordert. Es mischt sich aber auch in diese Beobachtungen viel Ungewißheit. Längere Fernröhre, welche stärker vergrößern, zeigen den größtentheils verdunkelten Mond noch, wenn man ihn mit schlechtern Fernröhren schon aus den Augen verlohren hat; d. h. ein besseres Fernrohr zeigt die Eintritte später, die Austritte eher an. Nach **de l'Isle** (Comm. Acad. Petrop. To. I. p. 472.) hat dieser Unterschied bey zweyen Fernröhren, einem von 20½ und einem von 15 Fuß bisweilen 6 bis 7 Sec. betragen. Es ist also nöthig, bey jeder Beobachtung die Beschaffenheit des Fernrohrs mit anzugeben. Auch kömmt es auf Jupiters Höhe an, ob nemlich das Licht des Trabanten von der Luft, durch die es gehen muß, mehr oder weniger geschwächt wird. Der P. **Hell** (Ephemerides Astr. ann. 1764. p. 188.) hat Vorschriften gegeben, wie die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten bey aller Verschiedenheit der Fernröhre dennoch genauer zu beobachten, und sicherer als sonst, zu Bestimmung der Längen zu gebrauchen sind.

de la Lande Astronomisches Handbuch, aus d. Frz. übers. Leipzig, 1775. gr. 8. Fünftes Buch. §. 600. u. f.

J. E. Bode kurzgefaßte Erläuterungen der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. Erster Theil, §. 436. Zweyter Theil, §. 613. u. f.

Kästners Anfangsgr. der angewandten Math. zweyte Abtheilung, Dritte Aufl. Göttingen 1781. 8. Astronomie, §. 300 — 302. Geographie, §. 35.

Firmament, Gewölbe des Himmels, Firmamentum, Coelum, *Firmament*. Man giebt diesen Namen bisweilen dem blauen Gewölbe, das vom Horizonte begrenzt über der Erde und über unserm Haupte erscheint,

und an welchem Sonne, Mond und Sterne gleichsam angeheftet zu seyn scheinen. Dies alles ist freylich bloße Erscheinung. Die Gestalt des Firmaments ist um den Scheitelpunkt eingedrückt, ob sie gleich in der Sternkunde als die innere Fläche einer Halbkugel angesehen wird. Man s. hievon den Artikel: **Himmel.**

Fix, Fixum, *Fixe.* Dieses Wort wird in zwiefacher Bedeutung gebraucht. Einmal heißt es so viel, als **gebunden**, mit der Masse eines Körpers fest vereinigt und zu den Bestandtheilen desselben gehörig. So nannte man anfänglich die Luft, welche ihre elastische Form verlohren hatte, und zu einem Bestandtheile fester oder flüßiger Körper geworden war, fixe Luft, und ließ ihr diesen Namen noch, wenn man sie gleich wieder aus den Körpern gezogen, und ihre elastische Form hergestellt hatte; bis endlich der Name der fixen Luft einer besondern Gattung eigen geworden ist, s. **Gas, mephitisches.**

Dann aber heißt auch fix so viel als feuerbeständig, z. B. fixes Laugensalz rc. und wird dem volatilen oder flüchtigen entgegen gesetzt, s. **Feuerbeständig.**

Fixe Luft, s. **Gas, mephitisches.**

Fixsterne, Stellae fixae, *Etoiles, Etoiles fixes.* Diesen Namen führt die unzählbare Menge derjenigen Sterne, welche ihre Stellungen gegen einander nicht ändern (wenigstens nicht merklich ändern), mit einem funkelnden oder zitternden Lichte scheinen und selbst durch die besten Fernröhre keinen scheinbaren Durchmesser zeigen. Ihnen werden die **Planeten** oder Irrsterne entgegengesetzt, welche ihre Stellung gegen die Fixsterne täglich ändern, durch die Fernröhre als runde Scheiben erscheinen, und mit einem ruhigern nicht funkelnden Lichte glänzen.

Die Fixsterne werden nach der Stärke ihres Lichts unter sechs und mehrere Ordnungen gebracht, so daß die hellsten unter ihnen **Sterne der ersten**, die diesen zunächst folgenden **Sterne der zweyten**, die nächst kleinern der dritten u. s. w. **Größe** heißen. Das bloße Auge erkennt

nur noch die von der sechsten Größe: die übrigen heißen teleskopische, weil sie blos durch Fernröhre sichtbar sind. Diese Sterne sind haufenweise unter bildliche Vorstellungen von menschlichen, thierischen und andern Figuren gebracht, s **Sternbilder**, auch sind vielen von ihnen eigne Namen beygelegt worden. Zu ihnen gehören auch die **Milchstraße** und die **Nebelsterne**, wovon wir unter besondern Artikeln handeln werden. Der neuern Sternkunde zu Folge gehört auch die **Sonne** zu den Fixsternen.

Die Fixsterne werden selbst von den besten Fernröhren nicht vergrößert, sondern zeigen sich als untheilbare Punkte ohne einigen merklichen Durchmesser. Vielmehr wird ihnen durch die Fernröhre das starke Licht benommen, durch das sich ihr Bild auf der Netzhaut ausbreitet, und sie erscheinen daher noch kleiner, als sie dem bloßen Auge vorkommen. Von diesem geringen Durchmesser und ihrem gleichwohl starken Glanze rührt auch ihr Funkeln oder Blinkern her, s. **Funkeln**. Die verschiedene Stärke ihres Lichts hängt wahrscheinlich von ihren verschiedenen Größen und Entfernungen von uns ab.

Man zählt gewöhnlich nicht mehr, als 15 Sterne der ersten Größe, obgleich einige noch 4 hinzufügen, die aber richtiger zur zweyten Größe gerechnet werden. Vier davon stehen im Thierkreise: **Aldebaran** oder das **Stierauge** im Stier, **Regulus** oder das **Löwenherz** im Löwen, die **Kornähre** (Spica virginis) in der Jungfrau, und **Antares** oder das **Scorpionherz** im Scorpion. Drey befinden sich in der nördlichen Halbkugel des Himmels: **Arcturus** im Bootes, die **Ziege** oder **Capella** im Fuhrmann, und **Wega** (lucida lyrae) in der Leyer. Die südliche Halbkugel enthält acht Sterne ersten Größe: **Beteigeuze** an der Schulter und **Rigel** im Fuße des Orions, **Acarnar** am südlichen Ende des Eridanus, den **Hundsstern** oder **Sirius** (Canicula) im großen Hunde, **Procyon** im kleinen Hunde, **Fomahand** am Maul des südlichen Fisches, **Canopus** im Schif Argo, und einen im Centaur. Einige Astronomen haben noch den Löwenschwanz, den hellen Stern im Adler, den im Schwanze des Schwans

und das Herz der Wasserschlange hinzugesetzt, die aber kaum zur ersten Größe gerechnet werden können.

Obgleich die Fixsterne ihre Stellen gegen einander nicht merklich ändern und von der Festigkeit oder Unbeweglichkeit ihren Namen führen, so sind sie doch keineswegs ohne scheinbare Bewegungen. Fürs erste folgen sie der gemeinen oder täglichen Bewegung, und durchlaufen in einem Zeitraume, den man den **Sterntag** nennt, Tagekreise, welche mit dem Aequator parallel laufen. Die Alten hielten diese Bewegung für wirklich, schrieben sie dem ganzen Firmamente oder der Sphäre selbst zu, und glaubten, daß die Fixsterne an dieser Sphäre befestiget wären. Die neuere Sternkunde aber, welche die tägliche Bewegung richtiger aus der Umdrehung der Erdkugel herleitet, giebt uns von der Größe der Fixsterne und des Weltgebäudes ganz andere und weit erhabnere Begriffe.

Dann scheinen auch sämtliche Fixsterne mit der Ekliptik parallel von Zeit zu Zeit fortzurücken, so daß zwar ihre Breite ungeändert bleibt, ihre Länge aber jährlich um 50 Sec. und 20 Tertien, oder in 72 Jahren um einen Grad zunimmt, wodurch sie binnen 25748 Jahren eine völlige Umdrehung um die Pole der Ekliptik vollenden müssen. Aber auch diese Bewegung ist blos scheinbar, und rührt von einem Fortrücken der Nachtgleichen her, wovon man den Artikel: **Vorrücken der Nachtgleichen** nachsehen kan.

Eine andere scheinbare Bewegung der Fixsterne, nach welcher sie jährlich kleine Ellipsen, deren Axe 40 Sec. beträgt, zu beschreiben scheinen, ist nebst ihrer Ursache bey dem Worte: **Abirrung des Lichts** erklärt worden. Die Veränderungen der Schiefe der Ekliptik (s. **Schiefe der Ekliptik**) verursachen Veränderungen in der Breite der Fixsterne, und das Wanken der Erdaxe (s. **Wanken der Erdaxe**) veranlaßt, daß sie binnen 18 Jahren und 8 Mon. kleine Kreise von 18 Sec. Durchmesser zu durchlaufen scheinen.

Außer diesen Bewegungen, welche alle blos scheinbar, und eigentlich Bewegungen der Erdkugel sind, zeigen aber einige Fixsterne auch eigne oder wirkliche, wiewohl sehr lang-

same Veränderungen ihres Orts, wie man durch Vergleichung der neuern Beobachtungen mit den ältern unwidersprechlich dargethan hat. **Halley** (Phil. Trans. 1718. no. 355.) hat zuerst auf diese Art eigne Bewegungen an einigen großen Fixsternen, dem **Aldebaran**, **Arctur** und **Sirius** entdeckt, welche seit Ptolemäus Zeiten um einen halben Grad weiter nach Süden gerückt schienen. **Cassini**, **Richer**, **le Monnier** und **Bradley** setzten diese Beobachtungen fort, und fanden aus Vergleichungen der ihrigen mit den von **Tycho**, **Picard**, **de la Hire** und **Flamstead** angestellten, daß Arctur wirklich in 66 Jahren um 2½ Min. nach Süden fortrücke, beym Sirius aber diese Bewegung nach Süden seit Tychons Zeiten erst 2 Min. ausmache. **Cassini** fand auch eigne Bewegungen an den Sternen **Beteigeuze**, **Rigel**, **Regulus**, **Capella** und am hellen im Adler. **Tobias Mayer** (De motu fixarum proprio in *Tob. Mayeri* Opp. ined. cura *G. C. Lichtenberg*. Gott. 1775. 4 maj. Vol. I. no. 6.) liefert ein Verzeichniß von mehr als 70 Sternen, von welchen sich aus Vergleichung seiner Beobachtungen mit ältern von **Römer** und **de la Caille** schließen läßt, daß sie eine eigne Bewegung haben.

Der churpfälzische Astronom, **Christian Mayer** zu Mannheim hatte nebst seinem Gehülfen Herrn **Mezger** mit ganz vorzüglichem Fleiße die Lagen der kleinen, oft nur durch gute Fernröhre sichtbaren, Sterne untersucht, welche sich in der Nachbarschaft der größern Fixsterne befinden. Er hatte sich dazu des Mikrometers bedient, und durch diese Methode in den Lagen dieser kleinen Sterne gegen den größern Fixstern mancherley Veränderungen wahrgenommen. Diese Beobachtungen sind schätzbar, und bestätigen, daß auch an kleinern Sternen eigne Bewegungen gefunden werden. **Mayer** aber ließ sich verleiten, diese kleinen Sterne für Begleiter oder Trabanten der größern, ja sogar für Planeten derselben oder für dunkle Körper, die ihr Licht von dem großen Fixstern empfiengen, zu halten — eine Behauptung, welche viel Aufsehen machte, der aber bald von den angesehensten Astronomen widersprochen ward. **Mayer** suchte sich zwar zu vertheidigen (**Chr. Mayers**

Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten. Mannheim, 1778. gr. 8. Ej. De novis in coelo sidereo phaenomenis, in miris stellarum fixarum comitibus, in Commentat. Acad. Theodoro-Palatinae, Vol. IV. Physic. 1780. p. 259.), aber ohne Erfolg. Sehr gründlich ist dieses Vorgeben von einem Planetismus der kleinern Fixsterne durch Herrn **Fuß** in Petersburg widerlegt worden (Betrachtungen über die Fixsterntrabanten von Herrn Prof. **Fuß**, aus d. Franz. in **Bodens** astronomischem Jahrbuche für 1785.).

Diese eignen Bewegungen der Fixsterne haben neuerlich **Herr Herschel** (On the proper motion of the Sun and solar System in den Philos. Trans. Vol. LXXIII.) und Herr **Prevost** (Mém. lus à l'acad. des Sc. de Berlin en Juill. et en Sept. 1783. par Mr. *Prevost*. à Berlin. 4.) als eine, wenigstens zum Theil, **scheinbare** Bewegung zu betrachten angefangen. Sie glauben in den meisten bisher gemachten Beobachtungen zu finden, daß die Fixsterne nach einer Gegend des Himmels zu mehr aus einander, nach der entgegengesetzten aber mehr zusammenrücken. Dem zu Folge schiene sich unsere Sonne mit allen ihren Planeten und Kometen nach jener Gegend zu fortzubewegen, und von der entgegengesetzten zu entfernen. Diese Bewegung richtet sich nach **Herschel** auf den Stern λ im Herkules, nach **Prevost** auf die nördliche Krone zu. Einige Nachrichten von diesen Muthmaßungen finden sich in Herrn **Bode** astronomischem Jahrbuche für 1786.

Die **Entfernung** der Fixsterne von der Erde ist für uns im buchstäblichen Verstande des Worts **unermeßlich**, weil uns wegen ihrer Größe alle Mittel, sie zu bestimmen, gänzlich fehlen. Obgleich die Erde jährlich einen Kreis um die Sonne durchläuft, dessen Durchmesser über 40 Millionen Meilen austrägt, und wir also gewissen Gestirnen, z. B. dem Orion, im Winter um 40 Millionen Meilen näher, als im Sommer sind; so ist doch bey diesem großen Unterschiede der Nähe und Stellung nicht die geringste Wirkung davon in der Größe oder Lage der Fixsterne wahrzunehmen. s. **Parallaxe der Erdbahn.** Das heißt: der ganze

Durchmesser der Erdbahn ist gegen die Entfernung der Fixsterne nur eine unbeträchtliche Größe, und als ein Punkt anzusehen. Wenn die Parallaxe der Erdbahn für den nächsten Fixstern nur 1 Sec. betrüge, so würde daraus folgen, daß dieser Stern von unserer Sonne 206264mal weiter, als die Erde, entfernt sey: jetzt, da sie nicht einmal 1 Sec. beträgt, sondern für uns schlechterdings unmerklich ist, muß des nächsten Fixsterns Abstand von der Sonne und von uns noch bey weitem größer seyn, und man kan gar nicht bestimmen, wie weit er sich erstrecke.

Huygens (Cosmotheorus. Hag. Com. 1698. 4. L. II. p. 135. f.) machte einen Versuch, die Entfernung des Sirius daraus einigermaßen zu schätzen, daß er seine scheinbare Größe und seinen Glanz mit der Größe und dem Glanze der Sonne verglich. Wenn er nemlich durch ein Rohr in die Sonne sahe, dessen kleine und mit einem mikroskopischen Glaskügelchen versehene Oefnung nur den 27664sten Theil der Sonnenscheibe zeigte, so schien ihm dieser Theil an Größe und Licht dem Sirius gleich, und er folgerte hieraus, daß, wenn Sirius so groß als die Sonne sey, er 27664mal weiter, als diese, von der Erde abstehen müsse. Diese Schätzung aber ist viel zu gering: wäre des Sirius Abstand nicht größer, so müßte für ihn eine Parallaxe der Erdbahn von 7—8 Sec. statt finden. Uebrigens handeln von dieser Methode auch **Gregory** (Elementa astr. phys. et geom. Lib. III. Prop. 60. 61.) und **Kästner** (in **Smith's** vollständigem Lehrbegrif der Optik. S. 448.).

Aus dieser großen Entfernung der Fixsterne erklärt es sich, warum selbst die besten Fernröhre ihnen keine merkliche **Größe** geben, sondern sie nur als helle Punkte darstellen. Ihr scheinbarer Durchmesser ist allzuklein. Wäre er der jährlichen Parallaxe gleich, so müßte der wirkliche Durchmesser des Fixsterns dem Halbmesser der Erdbahn gleich seyn, welches nicht glaublich ist. Mithin ist wohl der scheinbare Durchmesser der Fixsterne noch weit kleiner, als die schon ganz unmerkliche Parallaxe. Auch verschwinden Regulus, Aldebaran, die Aehre und Antares, wenn sie vom Monde bedeckt werden, so schnell, und erscheinen so

plötzlich wieder, daß man dadurch versichert wird, ihr scheinbarer Durchmesser betrage noch bey weitem nicht 1 Secunde, ja kaum ¼ Sec. Mithin läßt sich auch über die wahre Größe der Fixsterne nicht das Geringste mit Zuverläßigkeit bestimmen. Man darf sie inzwischen wenigstens eben so groß, als unsere Sonne, annehmen.

Da die Fixsterne ihrer unermeßlichen Entfernung und ihrer geringen scheinbaren Größe ungeachtet weit lebhafter leuchten, als die so nahen und so groß erscheinenden Planeten, so kan ihr Licht nicht von der Sonne herkommen, es muß ihnen vielmehr eigen, d. i. sie müssen selbst **Sonnen** seyn. Nach aller Wahrscheinlichkeit ist jede dieser Sonnen mit Planeten umgeben, die von ihr erleuchtet und erwärmet und von vernünftigen, der Glückseligkeit fähigen Geschöpfen bewohnt werden. Wenigstens können wir keine andere Absicht der Fixsterne erdenken, die doch gewiß nicht darum allein geschaffen sind, um für uns Erdbewohner den nächtlichen Himmel zu schmücken.

Man vergleiche hiemit die zahllose Menge dieser Sonnen. Ueber fünftausend derselben haben die Astronomen in ihre Verzeichnisse gebracht; aber schon das bloße Auge bemerkt, daß ihre Anzahl weit höher steigt, und die Fernröhre bestätigen dies in so hohem Grade, daß man durch sie blos in der Gegend um den Gürtel und das Schwerdt des Orions über 2000 Fixsterne zählet. Der größte Theil der Nebelsterne besteht aus sogenannten Sternhäuflein, oder Sammlungen einer Menge kleiner Sterne. Endlich häufen sie sich in der Milchstraße zu Millionen. Nimmt man hiezu noch die ungeheuren Entfernungen, um welche sie von einander selbst abstehen müssen, so erhält man von dem Umfange und der Größe der Schöpfung, und von der Macht, Weisheit und Güte ihres Urhebers Begriffe, die an Erhabenheit alles übertreffen, was die Einbildungskraft der Menschen zu umfassen vermag, s. **Weltgebäude**, bey welchem Worte man über die Ordnungen und Lagen der Fixsterne gegen einander selbst einige schöne Muthmaßungen finden wird.

Man hat bisweilen **neue** Fixsterne an Orten gesehen, wo vorher keine waren. **Hipparch** ward durch eine solche Erscheinung 125 Jahr v. C. G. bewogen, ein Sternverzeichniß zu verfertigen. Das bekannteste Beyspiel ist die Erscheinung des neuen Sterns im Bilde der **Cassiopea**, welcher sich im November 1572 auf einmal mit einem Glanze zeigte, der das Licht des Sirius und selbst des Jupiters übertraf, und am hellen Tage zu sehen war. Er fieng vom December 1572 an abzunehmen, und ward endlich im März 1574 unsichtbar. **Tycho** (Progymnasmata Astron. Frf. 1602. 4. L. I.) hat ihn sehr fleißig beobachtet, und keine Parallaxe an ihm wahrgenommen. Einen fast eben so glänzenden Stern beobachtete **Kepler** (De stella nova in pede Serpentarii. Prag. 1606. 4.) am Fuß des Schlangenträgers im Jahre 1604, der ebenfalls keine Parallaxe zeigte, und im folgenden Jahre wieder unsichtbar ward. Der jüngere **Cassini** (Elemens d'Astron. p. 73.) führt noch mehrere ähnliche Beyspiele von kleinern neuen Sternen an.

Andere Fixsterne, die man **wunderbare** oder **veränderliche** nennt, erscheinen bald heller, bald dunkler, und verschwinden wohl gar auf einige Zeit, halten aber doch bey diesen Abwechselungen ihres Lichts regelmäßige Perioden von bestimmter Dauer. Im Sternbilde des Schwans allein sind drey dergleichen veränderliche Sterne, die **Bayer** in seiner Uranometrie für unveränderlich gehalten, die ersten beyden mit χ und P bezeichnet, den dritten aber nahe am Kopfe des Schwans unter die ungebildeten gesetzt hat. Der merkwürdigste ist der mit χ bezeichnete. **Kirch** hat seine Lichtveränderungen 1686 zuerst beobachtet; **Cassini** (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1759.) setzt die Periode derselben auf 405 Tage. Am Halse des Wallfisches ward 1596 von **Fabricius** der veränderliche Stern (mira in collo Ceti) beobachtet, welchen Bayer ο nennet, und der nach **Hevel** (Historia mirae stellae in collo Ceti. Gedan. 1662. fol.) binnen einer Periode von 11 Monaten von der dritten Größe bis zum Verschwinden ab-, und dann nach der Wiedererscheinung wieder bis zur dritten Größe zunimmt. Neuerlich hat **Goodricke** in England eine merkwürdige

lichtabwechselung an dem hellen Stern **Algol** im Haupte der Meduse entdeckt, deren Dauer nur 2 Tage 21 Stunden oder 69 Stunden ist. Mit Ablauf dieser Zeit wird der Stern, der eigentlich von der zweyten Größe ist, allemal auf die vierte herunter gesetzt. Hiezu braucht er aber nur 7 Stunden Zeit, nemlich $3\frac{1}{2}$ Stunden, um abzunehmen, und $3\frac{1}{2}$ Stunden, um seine vorige Größe wieder zu erhalten. Die übrigen 62 Stunden bleibt er von der zweyten Größe. Durch neuere Beobachtungen des Herrn Grafen **von Brühl** ist die Periode des Wiederkehrens dieser Lichtabnahme auf 2 Tage 20 St. 48 Min. 51 Sec. 16 Tert. gesetzt worden. (Man s. **Bode** astronom. Jahrbuch für 1786, Num. 18. 19.; für 1788. Num. 13.) Aehnliche Lichtabwechselungen zeigen β der Leyer, und η des Antinous (Phil. Trans. Vol. LXXV. P. I. no. 7. 9.).

Auch sind seit den Zeiten der ältern Astronomen unläugbar bleibende Veränderungen in der Lichtstärke der Sterne vorgegangen. Den hellen Stern des Adlers rechnet **Ptolemäus** zur dritten Größe; er ist aber jetzt so hell, daß ihm einige die erste Größe beylegen. Den Stern δ des großen Bären geben **Tycho** und **Bayer** von der zweyten Größe an, jetzt ist er so dunkel, daß man ihn zur vierten rechnen muß. Die berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Berlin 1776. III. B. gr. 8. im ersten Bande, S. 212. u. f. Taf. XV.) giebt ein vollständiges Verzeichniß der bisher bemerkten neuen und veränderlichen Sterne.

Es ist schwer, die Ursachen dieser Veränderungen anzugeben. Der P. **Bouilland** erklärte die periodischen Lichtabwechselungen dadurch, daß er die Fixsterne, die dergleichen zeigen, für **halbe Sonnen** (soles dimidiatos) annahm, deren eine Helfte leuchtend, die andere dunkel sey, und die sich um ihre Axe drehten. Herr **von Maupertuis** (Discours sur les differentes figures des astres, à Paris. 1732. 8. auch in Oeuvres de Maupertuis, à Lion. 1768. To. IV. 8. To. I.) glaubt, diese Sterne hätten durch eine schnelle Umdrehung um ihre Axe eine sehr platte tellerförmige Gestalt bekommen, und ein großer Planet derselben ändere die Richtung ihrer Axe so, daß sie uns bisweilen die

platte Seite, bisweilen die schmale Kante zukehrten, und im letztern Falle mit sehr schwachem Lichte schienen oder gar verschwänden. Diese Hypothese erklärt viel, ist aber auch sehr gekünstelt. Natürlicher läßt sich z. B. die Lichtabwechselung des Algol daraus begreiflich machen, daß diese Sonne an einer gewissen Stelle, die aller 69 Stunden gegen uns zugekehrt ist, große dunkle Flecken hat, oder daß ein großer Planet um sie läuft, der uns um diese Zeit allemal einen Theil ihres Lichts entziehet.

Einige Fixsterne erscheinen durch Fernröhre doppelt, und heißen **Doppelsterne**. Dergleichen ist der Stern **Castor** oder α der Zwillinge u. a. m. Ein Verzeichniß von Doppelsternen in sechs Classen giebt Herr **Herschel** (Philos. Trans. Vol. LXXV. P. I. no. 6.).

De la Lande astronomisches Handbuch, §. 283. u. f.

Bode kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, Erster Theil, §. 145. Zweyter Theil, §. 614. u. f.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Mathematik. Dritte Aufl. Astronomie, §. 222. u. f.

Fixsternverzeichnisse, Catalogi fixarum, *Catalogues des étoiles*. Verzeichnisse, in welche diejenigen Fixsterne, deren Stellen am Himmel man durch Beobachtungen genau bestimmt hat, mit ihren Namen, Größen, Längen und Breiten, bisweilen auch den geraden Aufsteigungen und Abweichungen, eingetragen sind. Man befolgt dabey insgemein die Ordnung, daß man ein Sternbild nach dem andern aufführet, in jedem Sternbilde aber entweder die größern Sterne oder diejenigen, welche zuerst durch den Mittagskreis gehen (praecedentes) zuerst setzet. Da sich die Längen, Aufsteigungen und Abweichungen von Zeit zu Zeit ändern, so können solche Verzeichnisse nur für ein gewisses Jahr eingerichtet werden.

Der erste, der es unternahm, die Fixsterne in ein Verzeichniß zu bringen, und ihre Stellen zu bestimmen, war **Hipparch**, der etwa 150 Jahr v. C. G. zu Alexandrien beobachtete. **Plinius** (Hist. nat. L. II. c. 26.) erzählt, daß zu dieser Zeit ein neuer Stern erschienen sey. Atque haec, setzt er hinzu, in causa fuit, cur Hipparchus

ausus sit rem etiam Deo improbam, annumerare posteris stellas, sideraque ad normam expangere, organis excogitatis, per quae singulorum loca et magnitudines signaret — caelo in hereditatem cunctis relicto. Dennoch weiß man aus dem **Ptolemäus**, daß schon 180 Jahr vorher **Timocharis** und **Aristyllus** viele hieher gehörige Beobachtungen angestellt haben. Dieses älteste Sternverzeichniß des Hipparch hat uns **Ptolemäus** (Almag. L. VII. c. 2.) aufbehalten, und mit eignen Beobachtungen vermehrt auf das Jahr 137 der christlichen Zeitrechnung reducirt. Es enthält 1022 Sterne in 48 Sternbilder vertheilt. Der Araber **Al-Batani** (Albategnius) reducirte dieses Verzeichniß auf das Jahr Christi 880, indem er den von Ptolemäus angegebnen Längen wegen des Vorrückens der Nachtgleichen 11⅔ Grad zusetzte. Auch die Verfertiger der alphonsinischen Tafeln und selbst **Copernicus** haben sich blos mit Reduction des ptolemäischen Verzeichnisses auf ihre Zeiten begnügt. Vor **Tychons** Zeiten war der Fürst der Tataren, **Ulugh Beigh** der Einzige, der im Jahre 1437 ein Sternverzeichniß aus eignen Beobachtungen zusammentrug, welches **Thomas Hyde** (Tabulae longitudinis et latitudinis stellarum fixarum, ex obs. Vlughbeighi, ex tribus MS. Persicis. Oxon. 1665. 4.) herausgegeben hat. Es enthält 1017 Sterne, und ist genauer, als das ptolemäische.

Tycho de Brahe, dessen Verdienste um die praktische Sternkunde unvergeßlich sind, führte zuerst die viel genauere Methode ein, die geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Sterne zu beobachten, woraus sich nachher die Längen und Breiten berechnen lassen; da die Alten auf eine weit unzuverläßigere Art die Längen und Breiten selbst durch Beobachtung gesucht hatten. So entstand sein neues Fixsternverzeichniß (Catalogus fixarum 777 ad annum 1600. in Astronom. instauratae Progymnasmatibus, Frf. 1602. 4. P. I. p. 257.), welches Kepler 1627 in die rudolphinischen Tafeln eingerückt, und aus **Tychons** hinterlassenen Beobachtungen bis auf 1000 Sterne vermehrt, auch zuerst die Gestirne um den Südpol hinzugesetzt hat, so wie

sie von den portugiesischen Seefahrern beobachtet, und von **Petrus Theodori** bestimmt worden waren. Dieses tychonische Verzeichniß hat nachher der **P. Riccioli** (Astron. reform. L. IV.) auf das Jahr 1700 reducirt, und mit 101 Sternen aus seinen mit **Grimaldi** angestellten Beobachtungen vermehret, dabey aber offenbare Fehler des Tycho, und sogar Sterne beybehalten, welche zu dieser Zeit verschwunden waren.

Fast zu gleicher Zeit mit Tycho beobachtete der Landgraf von Hessen-Cassel **Wilhelm** IV. mit seinen Mathematikern **Rothmann** und **Jobst Byrge** auf 30 Jahr lang die geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Fixsterne. Hieraus ist ein sehr genaues Verzeichniß von 400 Sternen entstanden, das sich in den zu Leiden, 1618. 4. herausgekommenen Observationibus Hassiacis und in der von **Albert Curtius** unter dem Namen **Lucius Barret** herausgegebnen Historia caelesti (Aug. Vind. 1666. fol.) findet.

Zu diesen Arbeiten der Astronomen fügte **Halley**, als eine Frucht seiner Reise auf die Insel St. Helena, das erste genaue Verzeichniß von 350 südlichen, bey uns unsichtbaren Fixsternen hinzu (*Edmundi Halleji* Catalogus stellarum australium s. Supplementum catalogi Tychonici ad ann. 1677. Lond. 1679. 4. auch in **Kirchs** erstem Jahre seiner Ephemer. motuum caelest. Lips. 1682. 4.). Er hatte die Distanzen dieser Sterne von den tychonischen gemessen, und ihre Stellen daraus berechnet.

Hevel (Prodromus Astronomiae. Gedani 1690. fol.) theilt ein sehr vollständiges Verzeichniß mit, in welchem Tychos, das hessische, Ulugh Beighs und Ptolemäus Verzeichnisse neben einander stehen, und mit zwey neuen aus eignen Beobachtungen begleitet sind. Von diesen letztern enthält das größere die Längen, Breiten, Aufsteigungen und Abweichungen von 1888 Sternen, nemlich 950 alten, 603 neuen von ihm zuerst bestimmten, und 335 halleyischen oder südlichen, auf das Jahr 1660; das kleinere nur die Längen und Breiten für 1700. Diese große und verdienstliche Arbeit wird noch immer sehr hoch geschätzt.

Alle seine Vorgänger aber übertraf der englische Astronom **Flamstead**, welcher auf 33 Jahr lang zu Greenwich die genausten Beobachtungen angestellt hatte. Zuerst gab **Halley** (Historia caelestis. Lond. 1712. T. II. fol.) Flamsteads Beobachtungen heraus, womit aber der Letztere nach **Rosts** Nachricht (Aufrichtiger Astronomus. Nürnb. 1727. 4. S. 334.) so übel zufrieden war, daß er so viel Exemplare, als er erhalten konnte, ins Feuer warf. Er starb über der neuen Ausgabe; die doch bald hernach erschien (Historia caelestis Britannica. Lond. 1725. To. III. fol.), und im dritten Theile das große Verzeichniß von 3000 Sternen enthält, worunter sich sehr viele teleskopische, d. i. blos durch Fernröhre sichtbare, befinden.

Der Abt **de la Caille**, welcher zuerst von 1747 bis 1750 zu Paris, und dann auf dem Vorgebirge der guten Hofnung in den Jahren 1751 und 1752 beobachtet hatte, gab in seinem hierdurch veranlasseten schätzbaren Werke (Astronomiae fundamenta novissima, solis et stellarum observationibus stabilita. Paris. 1757. 4.) ein sehr genaues Verzeichniß von 397 Sternen für das Jahr 1750, woraus man in des P. Hell und den berliner Ephemeriden jährliche Auszüge eingerückt findet.

Aus **Bradley's** mühsamen mit einem vortreflichen Sector von Graham angestellten Beobachtungen hat **Mason** ein Verzeichniß von 387 Sternen für das Jahr 1760 berechnet, welches zuerst im Nautical Almanac für 1773 erschien, hernach aber auch von P. Hell in die wiener Ephemeriden eingerückt worden ist.

Herr Bode (Sammlung astronomischer Tafeln unter Aufsicht der königl. Acad. der Wiss. Berlin 1776. III. Bände, gr. 8. im ersten Bande, S. 83 u. f.) hat Hevels, Flamstead's, de la Caille und Bradley's Verzeichnisse der Längen und Breiten mit vielem Scharfsinn und Arbeitsamkeit in eins zusammengezogen, und so in einem kleinen Raume für 3175 Sterne alles geliefert, was die vier neusten und genausten Verzeichnisse enthalten. Das vollständigste aber unter allen ist das Verzeichniß der geraden Aufsteigungen und Abweichungen von 5058 Sternen, welches ebenfalls

Herr **Bode** (Vorstellung der Gestirne, nebst einem vollständigen Sternenverzeichnisse, von *I. E. Bode*, Berlin und Stralsund, 1782. in kl. Landchartenformat) aus Flamsteads, Hevels, Tobias Mayers, de la Caille, Messier, le Monnier, Darquier u. a. Beobachtungen für das Jahr 1780 zusammengetragen hat, und welches für die genaue Bestimmung der Stellen der Fixsterne alles leistet, was der Kenner der Sternkunde nur immer verlangen kan. Das angeführte Buch enthält noch überdies ein Verzeichniß von 280 der vornehmsten Fixsterne nach **Bradley** und **de la Caille**, ebenfalls für 1780, worin die jährlichen Aenderungen der geraden Aufsteigungen und Abweichungen, wie auch die Längen und Breiten angegeben sind.

Die Sterne, welche im Thierkreise stehen, die **Zodiakalsterne**, sind darum vorzüglich merkwürdig, weil sie die Einzigen sind, die vom Monde und den Planeten bedeckt werden können. Darum hat man auf die Bestimmung ihrer Stellen besondern Fleiß verwendet, und eigne Verzeichnisse für sie ausgearbeitet. Schon **Flamstead** hat ein solches (Catalogus stellarum 67, quas luna et planetae tegere possunt in der Hist. caelesti Britann. To. III.); **Tobias Mayer** hatte die Zodiakalsterne vorzüglich fleißig mit dem göttingischen Mauerquadranten beobachtet, und der dasigen königl. Societät der Wissenschaften 1759 ein Verzeichniß von 998 Sternen im Thierkreise vorgelegt, das erst nach seinem Tode herausgekommen ist (Catalogus fixarum Zodiacalium in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis. Gott. 1775. 4to maj. To. I. Num. V.). Mit **Dheulland's** 1755 herausgekommener Thierkreiskarte wird auch ein in Kupfer gestochener Catalog der Zodiakalsterne in Octavformat ausgegeben.

Dav. Gregorii astronomiae physicae et geometricae elementa. Genevae, 1726. II To. 4. To. I. L. II. Prop. 29.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math. Dritte Aufl. Astronomie, §. 111.

Fläche, schiefe, s. Schiefe Ebne.

Flamme, Flamma, *Flamme*. Ein leuchtender und einen hohen Grad der Wärme mittheilender Ausfluß aus

den brennenden Körpern, der in der atmosphärischen Luft, die ihn umgiebt, in die Höhe steigt. Ich glaube diesen Artikel am schicklichsten behandeln zu können, wenn ich zuerst die vornehmsten Erscheinungen der Flamme anführe, dann einige Meynungen über die Natur derselben vortrage, und bey den vorzüglichsten einige daraus fließende Erklärungen der Phänomene beybringe.

Eine große Hitze bringt die ihr ausgesetzten Körper zum leuchten, s. **Glühen**. Aus sehr vielen Körpern steigt alsdann, wenn sie der Luft ausgesetzt sind, etwas auf, das entweder dunkel ist, das Ansehen von Dämpfen hat, und Rauch genannt wird, oder etwas leuchtendes, das man Flamme nennt; in den meisten Fällen Rauch und Flamme zugleich, so daß da, wo die Flamme aufhört, der Rauch sichtbar zu werden anfängt. Die Flamme theilt den Körpern, die sie berührt, eine sehr beträchtliche Hitze mit, und entzündet dadurch die brennbaren Materien, die man ihr aussetzt. Der Rauch selbst ist da, wo er den brennenden Körper oder die Flamme berührt, sehr heiß, wird aber beym Aufsteigen in der Luft bald kälter, und läßt sich an den Stellen, wo er noch heiß ist, durch Annäherung einer andern Flamme entzünden, so daß er selbst wieder in eine Flamme ausbricht.

Nicht alle Körper brennen mit einer merklichen Flamme. Die feuerbeständigen, z. B. feines Gold und Silber, Glas, Porcellan, Bergkrystall, reine Kiesel rc. glühen blos, und andere, die viel feuerbeständige Theile enthalten, wie Kohlen, Asche und die meisten Metalle, scheinen sich ohne merkliche Flamme zu zersetzen oder zu verzehren. Was aber die letztern betrift, so muß man sich durch den Anschein nicht hintergehen lassen. Das Ansehen eines Stabs Eisen und eines Kiesels, die beyde bis zum Weißglühen erhitzt sind, ist doch sehr verschieden; das Metall ist in der That mit einer sehr glänzenden und sogar Funken gebenden kleinen Flamme bedeckt, welche in dephlogistisirter Luft noch weit merklicher wird; der Kiesel zeigt hievon nichts, hört auch weit eher auf zu glühen. Wenn sich das Bley auf einer Kapelle unter der Muffel verschlackt, so sieht das

Metall weit brennender, als die Kapelle, aus, obgleich beyde einerley Grade des Feuers ausgesetzt sind. Dieser Unterschied kömmt gewiß nur von der kleinen Flamme her, welche die Verbrennung des Metalls begleitet, da indessen die unverbrennliche Kapelle keine ähnliche Erscheinung zeigen kan. Es scheint daher ausgemacht, daß alle wirklich brennende Körper mit Flamme brennen. Auch zeigen mehrere Kohlen neben einander gelegt und angeblasen eine sehr merkliche Flamme, wenn sie gleich einzeln nur zu glühen scheinen. Oele, Weingeist, Holz, Schwefel u. dgl., welche sehr viel brennenden Stoff enthalten, geben auch die lebhaftesten Flammen.

Der Zugang der Luft ist zu Entstehung und Unterhaltung der Flamme schlechterdings nothwendig. Im luftleeren Raume kan keine Flamme fortdauren: auch verlöscht sie, wenn die Luft um sie her nicht immer erneuert wird. Daher brennt ein Licht unter einer gläsernen Glocke nur eine kurze Zeit lang; indem es ausbrennet, leidet die mit ihm eingeschloßne Luft eine Verminderung ihres Volumens, und wird ungeschickt, ferner eine Flamme in sich brennen zu lassen; daher Lichter sowohl als glühende Kohlen sogleich darinn verlöschen. Man rechnet insgemein, daß ein gewöhnliches Licht in Zeit von einer Minute 4 Kannen Luft verderbe. Das Mittel, die verdorbene Luft zu Unterhaltung der Flamme wieder geschickt zu machen, ist, daß man Pflanzen eine Zeitlang in ihr wachsen läßt, oder sie stark im Wasser schüttelt. Zu Unterhaltung des thierischen Lebens aber wird diese durch das Ausbrennen eines Lichts verdorbene Luft nicht ganz untauglich. Man wird hieraus leicht schliessen, daß alles, was der brennenden Oberfläche den Zutritt der Luft raubet, z. B. das Uebergießen mit Wasser, das Ueberschütten mit Sand u. dgl. die Flamme auslöschen müsse: da hingegen das Anblasen, welches beständig frische unverdorbene Luft hinzuführt, die Flamme vergrößert. Bläset man aber allzustark in die Flamme, so wird dadurch theils die nöthige Hitze zu plötzlich und zu stark vermindert, theils wird der Fortgang des Ausflusses aus dem brennenden Körper durch den Druck der Luft gehemmet,

und der Ausfluß selbst zerstreut, daher die Flamme verlöschen muß.

Weit lebhafter aber brennt eine jede Flamme in derjenigen Luftgattung, welcher man den Namen der **dephlogistisirten** beylegt, s. **Gas, dephlogistisirtes.** In ihr brennen Lichter, ehe sie verlöschen, auf 6 bis 7mal länger, als in der gemeinen Luft, und mit einem weit hellern Glanze. Kampher, Phosphorus und andere leicht entzündbare Körper brennen in ihr mit einem Lichte, dessen Stärke alle Erwartung übertrift; Kohlen, die in ihr glühen, werfen mit vielem Knistern Funken um sich her, und dünner Eisendrath schmelzt und brennt darinn, wie Schwefelfaden. Es ist auch so gut als entschieden, daß die gemeine atmosphärische Luft nur darum die Flamme unterhält und die Verbrennung befördert, weil jederzeit ein sehr beträchtlicher Theil von ihr aus reiner oder dephlogistisirter Luft bestehet.

Es giebt in der Flamme der verschiedenen brennbaren Körper große Unterschiede. Selten ist diese Flamme ganz rein; sie führt vielmehr die fremdartigen Theile mit sich, welche den Rauch ausmachen, und von denen ein Theil unter dem Namen des **Rußes** aufgefangen werden kan. Die reinsten Flammen sind die des rectificirten Weingeists und der vollkommnen Kohlen; diese geben auch den Versuchen zu Folge die stärkste Hitze. Ueber die Reinigkeit verschiedener Flammen findet man schöne Versuche beym **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. Lugd. Bat. 1762. 4. maj. To. II. §. 1655.). Die Flamme der **Oele** und ölichten Körper ist unter allen die unreinste, und führt nicht allein alle flüchtige Theile der Oele mit sich, sondern reißt durch mechanische Gewalt auch feuerbeständige mit sich fort; daher sie sehr dampft und einen starken Ruß anleget. Auch die Flamme der Metalle ist von einem Rauche begleitet, der aber nicht schwärzet. Die des Schwefels würde sehr rein seyn, wenn sie nicht eine große Menge Vitriolsäure bey sich führte. Außer den zum Rauche gehörigen Materien sondern sich aus der Flamme der meisten Körper Wasser, verschiedene Gasarten und Säuren ab. Auch sind

die Farben der Flammen verschieden; die reinsten des Weingeists und Schwefels sind blau, Kupfer mit Kochsalzsäure brennt grün, der Talk gelb, Kampher und Spießglas weiß u. s. w.

Die Flamme steigt in der freyen Luft in die Höhe, ohne Zweifel wegen ihrer specifischen Leichtigkeit. Sie nimmt dabey insgemein eine konische Gestalt an, und verlängert sich sehr beträchtlich, wenn man sie mit einem engen Ringe umgiebt, oder mit einer dünnen Glasröhre von etwa 7 bis 8 Lin. Durchmesser auffängt. Eben diese Verlängerung zeigt sich auch, wenn man die Flammen zwoer Kerzen mit einander in Berührung bringt.

Es wird zur Erzeugung und Unterhaltung der Flamme ein gewisser Grad der Hitze erfordert, welchen **de Lüc**, wie ich bereits bey dem Worte: **Feuer** angeführt habe, auf 650 Grad des Fahrenheitischen Thermometers setzt, und die **brennende Wärme** nennt. So bald die Theile der Flamme, welcher durch die benachbarte kalte Luft, vielleicht auch durch die Verdampfung der Theile des brennbaren Körpers viel Wärme entzogen wird, diesen Grad der Hitze verlieren, so zeigen sie sich nicht mehr brennend oder leuchtend, und die Flamme hat an dieser Stelle ihre Grenzen.

Manche Materien, z. B. der Weingeist, erhitzen sich so schnell, daß ihre Oberflächen durch ihre eigne Flamme immer den zum Brennen nöthigen Grad der Wärme geschwind genug erhalten können. Daher brennt angezündeter Weingeist immer fort, bis er verzehrt ist, ohne weitere Hülfsmittel. Oel, Talg, Wachs u. dgl. erhitzen sich langsamer, und erhalten an den Oberflächen den gehörigen Grad der Wärme zu spät, um eine Flamme ununterbrochen zu erhalten. Daher sind bey den Kerzen und Lampen Dachte (ellychnia, cotonea, *mèches*) nöthig, in deren feinen Canälen das Oel oder geschmolzene Wachs und Talg in zarte Theile zertrennt bis zur Flamme in die Höhe steigen kan. Bey dieser Zertrennung nimmt es die erforderliche Hitze leicht an, da hingegen der Zufluß einer großen Masse von Oel oder Wachs die Hitze plötzlich vermindern und die Flamme auslöschen würde. Diese letztere steht auch

immer etwas über der Oberfläche der Kerze, weil diese Oberfläche nicht so heiß, als nöthig, zu werden vermag. Der Dacht ist also ein wesentliches Stück bey einer Kerze oder Lampe; da er aber selbst vom Feuer verzehrt, oder durch unreine Theile verstopft und zum Zuführen des Oels rc. untauglich wird, so erhellet hieraus die Unmöglichkeit eines ewigen Dachtes, so wie die Thorheit des Vorgebens von ewigen ihre Nahrung nie aufzehrenden Lampen, die bey den Alten bekannt gewesen seyn sollen, und die der Prinz von Sanseveró (Nova act. erud. Lipſ. a. 1754. p. 82.) wieder erfunden haben wollte, von selbst in die Augen fällt. Vortheilhaftere Einrichtungen der Lampen aber, als die gewöhnlichen sind, lassen sich allerdings angeben, s. **Lampen**.

Ich komme nun auf die Anführung einiger Meynungen über das Wesen und die Bestandtheile der Flamme, welche die Alten fast durchgängig mit dem **Feuer** selbst verwechselt und für eine einfache elementarische Substanz gehalten haben; so wie noch jetzt diejenigen, welche mit physikalischen Untersuchungen unbekannt sind, sich unter dem Worte Feuer die Flamme oder das sogenannte Küchenfeuer denken. So haben auch die Peripatetiker das Feuer und die Flamme für eine aus den brennenden Körpern ausgehende elementarische Substanz gehalten: **van Helmont** aber (Opera omn. Frf. 1707. 4. p. 120. De formarum ortu, §. 24.), ohngeachtet er das Feuer zu einem Mitteldinge zwischen Substanz und Eigenschaft macht, ist doch geneigt, die Flamme blos als einen Zustand anzusehen, in welchen die Theile des brennenden Körpers versetzt werden.

Descartes (Princip. Philoſ. P. IV. §. 80. ſqq.) erklärt das Feuer für die Form, welche die groben erdichten Theile annehmen, wenn sie einzeln der Bewegung des ersten Elements oder der subtilen Materie folgen. So besteht nach ihm die Flamme einer Kerze aus ölichten Theilen, welche durch die ausströmende subtile Materie mit fortgerissen, und daher in eine schnelle Bewegung versetzt werden. Diese subtile Materie sucht sich von der Erde zu entfernen, daher steigt die Flamme aufwärts. Sie würde durch die Kügelchen des zweyten Elements und die irdischen Theile in der

Luft, die an die Stelle der Flamme treten wollen, ausgelöscht werden, wenn sie blos aus subtiler Materie bestünde, und wenn nicht die ölichten und erdichten Theile aus dem Dachte jene Hindernisse zurücktrieben. Durch diesen Widerstand aber wird die Flamme in der Höhe mehr geschwächt, daher kömmt ihre spitzige Gestalt. Weil aber nirgends in der Welt ein leerer Raum ist, so muß die Luft, welche von Flamme und Rauch aus der Stelle getrieben wird, durch eine kreisförmige Bewegung an die Oberfläche der Kerze und an den untern Theil des Dachtes herabgehen, wo sie wieder die geschmolzenen Wachstheilchen in die Höhe treibt, und so die Flamme unterhalten hilft. Man wird an diesem Beyspiele sehen, wie künstlich Descartes die Phänomene aus seinen drey Elementen und dem vollen Raume zu erklären weiß.

Die gewöhnlichste Meynung unter den Naturforschern und Chymikern bis auf die neuesten Zeiten ist diese gewesen, daß die Flamme ein entzündeter oder glühender Dampf, oder eine Sammlung der aus den brennenden Körpern aufsteigenden Dämpfe sey, welche durch die Hitze entzündet werden. Ueber diese Meynung sind die Meisten einig gewesen, wenn sie sich auch sonst vom Feuer und der Verbrennung noch so verschiedene Begriffe gemacht haben; sie ist so einfach und natürlich, daß sie sich von selbst Beyfall erwirbt, wie denn auch die neuesten Entdeckungen sie nicht umstoßen, sondern nur berichtigen. **Newton** trägt sie in seiner Optik als eine Frage vor (Optice, latine redd. *Samuel Clarke*, Lond. 1706. 4. p. 294. Quaest. 8. 9. 10.), wobey er das Feuer blos für Zustand oder Bewegung der Körper zu halten geneigt scheint. Ich will seine eignen Worte anführen. Annon corpora omnia fixa, quum sint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen et splendent, eaque luminis emissio *per motus vibrantes partium suarum* efficitur? Annon *ignis corpus est* eo usque *calefactum*, ut copiosius lumen emittat? Quid enim aliud est ferrum candens, nisi ignis? Quidue aliud est carbo candens, nisi lignum eo usque calefactum, ut id lumen emittat? Annon *flamma vapor est*, fumus sive exhalatio *candefacta*,

hoc est, calefacta usque eo, ut lumen emittat? Corpora enim flammam non concipiunt, nisi emittunt fumum copiosum, qui porro fumus ardet in flamma. Eben dieser Meynung sind auch viele Andere, die das Feuerwesen als eine besondere Materie ansehen, wovon ich nur **Boerhaave** (De igne in Elem. Chym. der leipziger Ausgabe v. 1732. 8. p. 116. sqq.), **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 1645.), **Macquer** (Chymisches Wörterbuch, Art. **Flamme**), **Nollet** (Leçons de Physique, To. IV. p. 471. sq.), **Erxleben** (Anfangsgr. der Naturlehre, §. 437. u. f.), **Gren** (Systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Halle 1787. gr. 8. I. B. §. 312.) nennen will. Auch lassen sich sehr viele Erscheinungen hieraus ganz leicht erklären, z. B. daß man den heißen Rauch so leicht entzünden kan, daß feuerbeständige Substanzen keine Flamme zeigen, das Auslöschen und Ersticken der Flamme durch Wasser, Sand, Ausblasen ꝛc., die Unreinigkeit und Farbe der Flammen, das Aufsteigen derselben in der Luft, die Erleichterung des Fortbrennens durch Dachte u. s. w., welche Phänomene **Erxleben** a. a. O. sehr ungezwungen aus diesem Begriffe von der Flamme erklärt.

Der Abt **Nollet** erklärt auch hieraus die kegelförmige Gestalt der Flamme. Ohne äußere Gegenwirkung nemlich würden sich die Dämpfe, mithin auch die glühenden, kugelförmig verbreiten. Sie sind aber mit Luft umgeben, in der sie nach hydrostatischen Gesetzen geradlinigt aufsteigen, und da sie in einem beständigen Strome fortgehen, so muß sich hierdurch die sphärische Gestalt in eine cylindrische verwandeln. Nun gehen die Dämpfe viel weiter hinaus, als wir die Flamme sehen; sie glühen nur nicht mehr, weil die umgebende Luft sie zu sehr erkältet. Diese Erkältung fängt an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühhitze am längsten behält; daher müssen die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöschen, und die kreisförmige Grenze derselben muß sich immer weiter gegen die Axe zusammenziehen, woraus natürlich die kegelförmige Gestalt entstehet. Hieraus erklärt sich auch die Verlängerung der Flamme, wenn man sie mit

einer dünnen Glasröhre auffängt, oder wenn man zwo Flammen an einander bringt. Denn im ersten Falle wird durch die Wände der Röhre, die sich schnell erhitzen, die Erkältung der äußern Theile verhindert; im letztern Falle werden die schon verloschenen Theile der einen Flamme durch die andere wieder entzündet.

Nur die Nothwendigkeit des Zugangs frischer Luft, wobey immer neue unverdorbene oder dephlogistisirte Luft hinzugeführt wird, läßt sich nicht ganz ungezwungen hieraus allein erklären, wenn man die Untersuchungen über die Bestandtheile der eigentlichen Flamme nicht weiter treibt. **Erxleben** (§. 442.) sagt zwar, die Luft sey nöthig, um das Wässerichte und andere Theile, die sonst die Flamme auslöschen würden, aufzulösen und fortzuführen, auch diene vielleicht die Luft, um die Theile der Flamme zusammen zu halten, und ihre Zerstreuung zu verhüten. Allein dies thut nicht allen hiezu gehörigen Erscheinungen Gnüge, und die neuern Theorien erklären dieselben weit einfacher.

Stahl (*Ge. Ern. Stahlii* Experimenta, obſervationes et animadverſ. CCC. Berol. 1731. 8. §. 81.) hat zuerst bemerkt und erwiesen, daß die Flamme wässerichte Theile enthalte, und behauptet, daß Körper, die kein Wasser in sich haben, auch keine Flamme geben, wenn sie nicht Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen können, oder mit Wasser, das aber in sehr feine Theile oder Dämpfe zertrennt seyn müßte, versehen werden. So geben nach ihm die Kohlen und der Zink eine Flamme, indem sie von aussen her Feuchtigkeit an sich ziehen. **Pott** (Von Licht und Feuer in s. Lithogeognosie, Berlin 1746. 4.) hat eben dieses durch neue Versuche zu bestätigen gesucht. Jede Flamme hat eine Art von Atmosphäre, die sich sehr deutlich zeigt, wenn man das Bild einer Lichtflamme im verfinsterten Zimmer auffängt, und die großentheils aus wässerichten Theilen besteht. Dieser Dunstkreis ist desto größer, und die Flamme selbst desto breiter, je mehr Wässerichtes der brennende Körper enthält. Daß Wasserdämpfe gegen glühende Kohlen geblasen die Hitze ungemein verstärken, wird auch durch Versuche mit der Aeolipyle bestätiget, und

Herr **Klipstein** (s. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. IIIten B 2tes Stück, S. 169.) hat davon Gebrauch gemacht, um dem Gebläse bey Schmelzöfen mehr Wirksamkeit zu geben.

Euler (Diss. de igne, §. 24. im Recueil des pieces, qui ont remporté le prix de l'Acad. roy. ann. 1738.) nennt die Flamme einen mit der subtilen Feuermaterie erfüllten Raum, und da nach seiner Hypothese diese Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer besteht, mit Gewalt würde zerstreut werden, so soll der Aether wiederum diejenige Substanz seyn, die durch ihre Elasticität diese Materie in Gestalt der Flamme zusammenhält, und durch deren beständige Erschütterung das Licht entsteht. Nach der Meynung eines andern Schriftstellers (Discours sur la propagation du feu par le P. *Lozeran de Fiesc*, ebenfalls im Recueil de pieces etc. 1738.) ist Flamme, Feuer und Rauch alles einerley: sie bestehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft, Aether, und sind insgemein mit sehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wässerichten, erdichten und metallischen Theilen vermischt. Im Rauche ist nur die Bewegung so schnell, als in der Flamme oder dem Feuer. Ein Dritter (Explication de la nature du feu par le *Comte de Crequy*, in eben dems. Recueil,) erklärt Flamme und Feuer für die Auflösung der Körper durch den doppelten Strom einer unsichtbaren Materie, die ihre Bewegung den Körpern mittheilt, so oft sich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können. Unter diese drey Schriften, welche so gewagte und durch gar keine Experimentaluntersuchung geprüfte Systeme enthalten, hat die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1738 den Preiß über die Frage von der Natur und Fortpflanzung des Feuers vertheilt. Inzwischen ist der Satz, worinn sie übereinstimmen, daß die Flamme das Feuerwesen selbst sey, auch von Andern, z. B. **Weigel** (Grundriß der reinen und angewandten Chymie, §. 315.), behauptet, dabey aber doch angeführt worden, daß sie unzerlegtes Brennbare und Wasser mit sich führe.

Seitdem man die Natur der brennbaren Luft, s. Gas,

brennbares, genauer untersucht hat, ist es sehr vielen neuern Physikern und Chymisten wahrscheinlich geworden, daß die reine Flamme, die ihr beygemischten fremden Theile abgerechnet, nichts anders, als eine entzündete Mischung von brennbarer und dephlogistisirter Luft sey, wovon jene aus dem brennbaren Körper, diese aus der atmosphärischen Luft kömmt. Zuerst hat diese Muthmaßung Herr **Volta** (Lettere sull' aria nativa delle paludi. Como, 1776. 8. Briefe über die natürlich entstehende entzündbare Sumpfluft, a. d. Ital. Winterthur, 1778. 8.) vorgetragen. Da die brennbare Luft keiner fortdaurenden Entzündung fähig ist, wenn sie nicht mit atmosphärischer Luft, oder noch besser mit dephlogistisirter, als dem reinsten Bestandtheile der atmosphärischen, vermischt wird, so erklärt sich hieraus auf eine weit ungezwungnere Art, als nach den übrigen Hypothesen, warum der Flamme der Zutritt der frischen Luft unentbehrlich, und warum die dephlogistisirte Luft ihrer Entstehung und Unterhaltung so vorzüglich günstig ist. Da ferner nach den Beobachtungen der Herren **Cavendish**, **Watt**, **Lavoisier**, und **de la Place** die Mischung von brennbarer und gemeiner Luft, durch die Abbrennung, in **Wasser** verwandelt wird, so läßt sich hieraus auch begreiflich machen, warum selbst die reinsten Flammen so viel Wasser geben, daß sich dasselbe durch einen über der Flamme angebrachten Helm in ziemlicher Menge aufsammeln läßt. Endlich schließt sich auch diese Muthmaßung unter allen am besten an die neuern Theorien des Feuers und der Verbrennung an.

Nach **Scheeles** Theorie (s. **Feuer**) ist die Hitze selbst, oder vielmehr die Materie derselben ein aus Phlogiston und reiner Luft zusammengesetztes Wesen, welches durch seine Anziehung aus dem brennenden Körper immer mehr Phlogiston entwickelt, und dadurch selbst immer mehr Intensität erhält. Die mit Phlogiston übersättigte reine Luft verwandelt sich endlich in Licht und brennbare Luft, woraus die Entstehung der Flamme, wenn man Volta's Meynung annimmt, leicht begreiflich wird.

Crawford selbst hat sich zwar in seiner bey dem Wor-

te: Feuer angeführten Schrift über die Natur der Flamme nicht bestimmt erklärt; es hat aber Richard Kirwan (Exp. and. observations on the specific gravities and attractive powers of various salines substances, etc. Lond. 1781. 4. Versuche und Beob. über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiston, a. d. Engl. von Crell. Berlin und Stettin, 1783. 8.) die Crawfordische Theorie noch mehr erläutert und bestätiget, und dabey zu erweisen gesucht, daß das Phlogiston bey der Verbrennung in Gestalt eines luftförmigen Stoffs entwickelt werde, und im Grunde nichts anders, als eine von fremden Stoffen gereinigte brennbare Luft sey, s. **Phlogiston**. Wenn nun nach C. die Verbrennung durch eine doppelte Wahlanziehung zwischen Feuermaterie und dem brennenden Körper auf einer, und zwischen Phlogiston und Luft auf der andern Seite, bewirkt wird, so muß das luftförmig entbundne Phlogiston oder die brennbare Luft sich mit der atmosphärischen verbinden, welche Mischung durch den Ueberschuß der aus der Luft geschiedenen Wärme, welche der brennende Körper nicht ganz in sich nehmen kan, entzündet wird, daß also auch nach diesem System die Flamme füglich eine brennende Mischung von Phlogiston oder brennbarer und von reiner Luft genennt werden kan.

Herr **de Lüc** (Neue Ideen über die Meteorologie, I. B. §. 180. u. f.) erklärt sich über die Entstehung der Flamme bestimmter, und unterscheidet hiebey zween Fälle. Der erste ist dieser, wenn die zur Verbrennung nöthige dephlogistisirte Luft nicht wirklich zerstört, sondern blos durch fixe Luft, vermittelst einer Umwandlung oder Unterschiebung, ersetzt wird. Dieses geschieht z. B. bey der Verbrennung der Kohle und anderer blos glühenden Körper, zum Theil auch bey den gemeinen Lampen und Kerzen, und bey allen schwachen mattbrennenden Flammen. Hiebey entbindet sich aus dem brennenden Körper nicht brennbare Luft selbst, sondern nur die schwere Substanz, welche einen Bestandtheil der brennbaren Luft ausmacht, und nach de Lücs Vermuthung das **Phlogiston** der Chymiker ist. Durch diese Verbindung wird auf eine noch bis jetzt sehr

dunkle Art aus der dephlogistisirten Luft fixe, oder es tritt wenigstens solche an jener Stelle. Das hiebey merkliche Feuer kömmt also nicht aus der Luft, sondern blos aus dem brennenden Körper selbst; es ist daher in geringerer Menge vorhanden, und überdies erneuert sich die Luft nicht geschwind genug, weil die fixe Luft zu schwer ist, und also nicht schnell genug durch die Wärme erhoben werden kan. Der zweyte Fall ist, wenn reine brennbare Luft entbunden, mit der dephlogistisirten vermischt, und diese letztere wirklich zersetzt wird. Dies geschieht bey der Verbrennung des Phosphorus, und überhaupt bey den lebhaftesten Flammen. Hiebey kömmt das Feuer nicht blos aus dem brennenden Körper, sondern es wird auch ein sehr großer Theil desselben aus der zersetzten Luft frey. Daher ist die Hitze sehr groß, es ist bey der Vermischung beyder Luftarten der nöthige Grad der brennenden Wärme vorhanden, sie zersetzen sich, und werden ein mit freyem Feuer überladner **Wasserdunst.** Die **Flamme** ist dieser Dunst selbst, und sie leuchtet, weil bey der großen Dichtigkeit ihres freyen Feuers sich ein Theil desselben zersetzt, und also das Licht daraus frey wird (indem das Feuer aus dem Feuerwesen und Licht besteht, s. **Feuer**, unter dem Abschnitte: **de Lücs Theorie** ꝛc.). Das beste Mittel, dies zu befördern, ist, daß man im brennenden Körper selbst eine große Hitze zu unterhalten sucht, wodurch die völlige Verwandlung seiner phlogistischen Theile in reine brennbare Luft befördert wird, welche nach de Lüc aus Phlogiston und Feuer bestehet, so daß das Feuer, wie bey allen luftförmigen Stoffen das fortleitende Fluidum, das Phlogiston aber die schwere Substanz ist. Es ist gar nicht zu läugnen, daß dies alles sowohl unter sich, als mit den Erscheinungen sehr wohl zusammenhängt. Man s. auch den Artikel: **Lampe.** Man kan sich übrigens leicht denken, daß fast bey jeder Verbrennung zum Theil der erste, zum Theil der zweyte Fall statt findet, Flamme und Hitze aber desto lebhafter werden, je mehr sich die Umstände dem zweyten Falle nähern. Also kann man auch nach diesem System die Flamme für eine entzündete (oder durch Zersetzung des Feuers leuchtende)

Mischung von brennbarer und dephlogistisirter Luft erklären.

Diese Meynung von dem Wesen der Flamme scheint anjetzt fast allgemein angenommen zu seyn. Sie steht mit der oben angeführten, daß die Flamme ein brennender Rauch sey, eigentlich nicht im Widerspruche, sondern ist mehr eine genauere Bestimmung und Berichtigung derselben, daher eben die einfachen Erklärungen der Phänomene, die wir bey jener Meynung beygebracht haben, mit den nöthigen Abänderungen auch für diese statt finden.

Macquers chym. Wörterbuch, Art. Flamme.
Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, dritte Auflage von Lichtenberg, §. 437 — 447.
Brisson dict. de phys. art. *Flamme.*
Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l' Acad. des Sc. depuis 1738 — 1747. à Paris 1739 — 1748. 4.
de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, I Band. §. 180. u. f.

Flasche, bologneser, s. Bologneser Flaschen.

Flasche, geladne, Kleistische Flasche, Leidner Flasche, elektrische Flasche, Ladungsflasche, Verstärkungsflasche, Phiala Leidensis, Phiala electrica, Lagena armata, *Bouteille de Leide*, *Bouteille electrique.* Wenn man einem dünnen elektrischen Körper auf beyden einander gegenüber stehenden Seitenflächen auf der einen Seite die positive, auf der andern die negative Elektricität mittheilt, so heißt der Körper in diesem Zustande **geladen.** Man wählt hiezu gewöhnlich gläserne **Flaschen,** deren innern Wänden die eine, den äußern die andere Elektricität gegeben wird, woraus sich der Begrif der geladnen Flasche von selbst ergiebt. Man kan aber anstatt der Flaschen eben sowohl Platten, z. B. eine Tafel von gemeinem Fensterglas, von Harz oder Siegellack wählen, welche alsdann **geladne elektrische Platten** heißen, s. **Quadrat, elektrisches.** Sobald die Elektricitäten beyder Seiten, welche durch die Dazwischenkunft des elektrischen Körpers selbst getrennt waren, durch irgend ein Mittel vereiniget oder so nahe zusammengebracht werden, daß sie das zwischen liegende Mittel durchbrechen können, so gehen sie in

einander mit einer starken Explosion über. Diese heißt der **elektrische Schlag**, die **elektrische Erschütterung** rc. so wie der ganze Vorgang die **Entladung**, das **Losschlagen**, auch der **kleistische, musschenbroekische**, oder **Leidner Versuch** (experimentum Leidense, *experience de Leide)* und der Inbegrif der dabey vorkommenden Erscheinungen die **verstärkte Elektricität** genannt wird. Ich werde in diesem Artikel zuerst von der Bereitung und den verschiedenen Arten der Ladungsflaschen, dann von ihrer Ladung, Entladung und den dabey vorkommenden Erscheinungen handeln, hierauf die Geschichte des leidner Versuchs erzählen, und mit der Erklärung der Erscheinungen aus den vornehmsten Theorien über die Elektricität den Beschluß machen.

Bereitung und verschiedene Einrichtung der Ladungsflaschen.

Der allgemeine Begrif der Ladungsflasche oder Platte ist der, daß sie aus einem an sich elektrischen dünnen Körper besteht, dessen beyden Seiten Elektricität mitgetheilt werden kan. Hiezu wird nun gewöhnlich **Glas** genommen. Je größer es ist, desto stärker kan es geladen werden. Die Dicke des Glases aber kömmt hiebey sehr in Betrachtung; denn ein dünneres Glas kan zwar leichter und stärker geladen werden, als ein dickes; es ist aber auch der Gefahr mehr ausgesetzt, durch die Gewalt der elektrischen Anziehung bey allzu starker Ladung zersprengt zu werden. Man kan daher die sehr dünnen Flaschen oder Platten zwar einzeln gebrauchen; wenn man aber mehrere mit einander verbinden will, s. **Batterie, elektrische**, so muß man stärkeres und wohl abgekühltes Glas dazu wählen.

Auf die Gestalt des Glases kömmt hiebey nichts an. Zu Flaschen für Batterien nimmt man gewöhnlich große cylindrische, oder sogenannte Zuckergläser; zum einzelnen Gebrauche Apothekerflaschen, welche cylindrisch sind, aber einen etwas engern Hals haben, wie Taf. IX. Fig. 31. zeigt, oder für kleine Versuche die ganz gemeinen Arzneygläser.

Weil das Glas, so wie alle elektrische Körper, die mit-

getheilte Elektricität nur an der berührten Stelle annimmt, und nicht von selbst über seine ganze Oberfläche verbreitet, so muß man die beyden Flächen mit einer leitenden Materie, z. B. Zinnfolie, Goldblättchen, Messing- oder Eisenspänen rc. überziehen, welches die **Belegung** derselben genannt wird. Deswegen heißt die Ladungsflasche oft auch die **belegte Flasche**. Dies verschafft den Vortheil, daß sich die mitgetheilte Elektricität, wenn sie auch nur auf eine einzelne Stelle geleitet wird, dennoch sogleich über die ganze belegte Fläche ausbreitet, und bey der Entladung eben so auf einmal aus dieser Fläche herausgeht. Der Boden CD wird ebenfalls von außen und innen belegt.

Die Belegung mit Zinnfolie oder Goldblättchen ist unstreitig die beste, und läßt sich auch auf der äußern Seite sehr leicht anbringen. Inwendig aber geht dies, wenn die Flasche einen engen Hals hat, nicht an. In diesem Falle füllt man kleine Flaschen, so weit die Belegung gehen soll, mit Eisen- oder Messingspänen, auch wohl mit Schrot oder Wasser, an; in größere aber, die dadurch zu schwer würden, gießt man etwas Gummiwasser, schüttet ein wenig Messingspäne hinein, und schwenkt die Flasche, bis sich die Späne dicht an die innern Wände angelegt haben, wo sie durch das Gummiwasser ankleben.

Die Belegungen beyder Seiten des elektrischen Körpers dürfen einander um den Rand nicht nahe kommen. Ihre entgegengesetzten Elektricitäten könnten sonst Wege finden, sich zu vereinigen, ohne daß man dies heben wollte, zumal da manche Glasarten die Elektricität sehr leicht über ihre Oberfläche leiten. Daher läßt man an den Platten den äußern Rand unbelegt: und die Flaschen belegt man nur bis EF, so daß zwischen EF und GH 2 — 3 Zoll Höhe unbelegt bleiben. Es ist sehr rathsam, den unbelegten Raum EGBHF durch einen Ueberzug von Siegellack gegen die Feuchtigkeit zu schützen: auch giebt dieser Ueberzug den Flaschen, so wie der ganzen elektrischen Geräthschaft, ein sehr nettes reinliches Ansehen. Das Siegellack wird hiezu im Mörser zerstoßen, höchstrectificirter

Weingeist aufgegossen, und der daraus entstandene Brey mit dem Pinsel auf das Glas getragen.

Die Oefnung der Flasche B wird mit einem genau einpassenden trocknen und in zerlassenes Wachs getauchten Korkstöpsel verschlossen. In diesen Kork wird ein Loch gebohrt, und ein starker messingner Drath hindurchgesteckt, der unten umgebogen seyn, und die inwendige Belegung an mehrern Stellen berühren muß, damit alles, was an diesen Drath gebracht wird, mit der innern Seite der Flasche durch eine leitende Verbindung zusammenhänge. Ist die Flasche inwendig mit Metallspänen oder Schrot gefüllt, so ist es genug, den Drath bis in diese Füllung hineingehen lassen. Oben muß er wenigstens 8 Zoll über die Flasche hervorragen: bey A bekömmt er einen Knopf oder eine Kugel von etwa $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser. Es ist sehr bequem, wenn der Drath oben spitzig gemacht, etwas unter der Spitze aber mit Schraubengängen versehen wird, so daß man die hohle Kugel A nach Gefallen auf- und abschrauben kan. Bisweilen wird auch der Drath am obern Ende krumm gebogen, damit man die Flasche daran aufhängen kan.

Man sieht leicht, daß sich die Einrichtung in Nebenumständen mannigfaltig abändern läßt. **Priestley** (Geschichte der Elektr. Taf II. Fig. c, d, e, f, g, h, i, k.) hat Flaschen von allerley Gestalt abbilden lassen. Zu den ganz kleinen Versuchen kan man ein gemeines Arzneyglas mit Schrot, Eisenfeile oder Wasser bis über die Hälfte anfüllen, mit Kork verstopfen, dadurch einen Eisendrath mit einem Knopfe stecken, der bis in die Füllung reicht, und die äußere Seite mit Zinnfolie oder Goldpapier belegen. Auch kann allenfalls die darum gelegte Hand die Stelle der äußern Belegung vertreten.

Wenn die Ladungsflaschen einen Sprung bekommen, so sind sie zu fernerm Gebrauch untüchtig. Doch giebt **Cavallo** (Philos. Trans. Vol. LXVIII. P. 2. n. 44.) folgende Methode an, sie wieder brauchbar zu machen. Man nehme vom zerbrochnen Theile die äußere Belegung

ab, erwärme die Fläsche an der Lichtflamme, und tröpfle brennendes Siegellack darauf, so daß der Sprung damit bedeckt wird, und das Siegellack dicker aufliegt als das Glas selbst dick ist. Endlich bedecke man das Siegellack und einen Theil der Glasfläche mit einer Composition von 4 Theilen Wachs, 1 Theil Pech, 1 Theil Terpentin und sehr wenig Baumöl, die man auf ein Stück Wachstaffet streicht, und wie ein Pflaster auflegt.

Wegen der Zerbrechlichkeit des Glases hat man untersucht, was sich etwa sonst für Materien mit gleichem Vortheil brauchen ließen. Zu Flaschen kan Porcellan dienen, das aber eben so zerbrechlich und noch theurer ist. Zu Platten, wobey man außer dem Glase auch Harzcompositionen, Schwefel und Siegellack braucht, hat **Beccaria** eine Composition von Colophonium und gestoßenem Marmor vorgeschlagen, welche zu gleichen Theilen geschmolzen, und auf eine mit Zinnfolie bedeckte Tafel gegossen werden. Viele Versuche von dieser Art hat **Wilke** (Schwedische Abhandl. von 1758. der deutsch. Uebers. S. 241.) angestellt.

Da die gewöhnlichen Flaschen ihre Ladung nur kurze Zeit halten, so hat **Cavallo** (Vollständige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, der deutsch. Uebers. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 278.) eine Einrichtung angegeben, welche die Ladung über sechs Wochen lang halten soll. Außer der innern und äußern Belegung, welche die Flasche mit allen andern gemein hat, ist in ihren Hals eine an beyden Enden offne Glasröhre eingeküttet, und geht ein wenig in die Flasche hinein. Sie hat am untern Ende einen Drath, der die innere Belegung berührt. Der Drath mit dem Knopfe ist in eine andere Glasröhre geküttet, welche fast doppelt so lang, aber enger ist, als die vorige; und zwar so, daß am einen Ende blos der Knopf, am andern nur etwas weniges vom Drathe hervorragt. Diese Glasröhre kan man nach Gefallen in die andere hineinstecken, wobey das untere Ende des Draths jenen an der ersten Röhre befindlichen Drath, oder noch besser die inne-

re Belegung selbst berühren muß; auf diese Art kan die Flasche, wie gewöhnlich, geladen und entladen werden. Nimmt man aber nach der Ladung die innere Röhre mit dem Drathe und Knopfe heraus, so ist die innere Belegung ganz isolirt, und man kan so die Flasche geladen bey sich tragen oder versenden, ohne daß sie die Ladung so bald verlöhre. **Donndorf** (Lehre von der Elektricität, Erfurt, 1784. II B. gr. 8. Erster Band S. 57.) beschreibt diese Flasche mit einigen kleinen Abänderungen umständlich, giebt auch (ebend. S. 60. u. f.) noch eine ähnliche Einrichtung für etwas größere Flaschen an.

Ladung, Entladung und dabey vorkommende Erscheinungen.

Die **Ladung** der elektrischen Platten und Flaschen besteht darinn, daß man der einen Belegung oder Seite die positive, der andern die negative Elektricität mittheilt. Da nun die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen so eingerichtet sind, daß man aus ihrem Conductor oder ersten Leiter positive, und aus ihrem Reibzeuge, wenn dasselbe isolirt wird, zugleich negative Elektricität erhalten kan, so wird eine Flasche geladen, wenn man z. B. ihre innere Seite mit dem Conductor, die äußere mit dem isolirten Reibzeuge einer Elektrisirmaschine durch Dräthe oder Ketten verbindet, und die Maschine in Bewegung setzt. Zur Verbindung der äußern Seite darf man nur den Drath auf den Tisch legen, und die Flasche mit dem belegten Boden C D darauf setzen; zur Verbindung der innern wird der Drath oder die Kette mit einem am Ende befindlichen Häckchen bey B an den messingenen Stab gehangen, oder auch ein paarmal darum geschlungen. So kan man stark oder schwach laden, je nachdem man die Bewegung der Maschine eine längere oder kürzere Zeit fortsetzt. Dies ist nach **Priestley** (Geschichte der Elektric. S. 360.) die kräftigste Art, Flaschen zu laden, bey welcher eine jede Seite eben die Elektricität bekömmt, die die andere hergiebt.

Es ist aber keinesweges nöthig, **beyde Seiten** der Flasche durch wirkliche Mittheilung zu elektrisiren. Ge-

wöhnlich verbindet man **blos die innere Belegung** mit dem Conductor der Maschine durch einen bey B angehangenen Drath, oder läßt auch auf den Knopf A Funken aus dem Conductor schlagen, wodurch die innere Seite der Flasche die positive Elektricität erhält. Wofern nur alsdann die äußere Seite nicht isolirt ist, sondern durch Leiter mit dem Boden zusammenhängt, so wird sie von selbst eben soviel negative Elektricität annehmen, als die innere Seite positive gehalten hat. Dies ist eine Folge der **Vertheilung** der Elektricität, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: **Elektrische Wirkungskreise** ꝛc. Es befindet sich nemlich die äußere Seite der Flasche im Wirkungskreise der innern, weil das Glas dünn ist, und da die elektrischen Atmosphären frey durch das Glas wirken, so bringt die positive Elektricität der innern Seite von selbst eine gleich starke negative in der äußern hervor, wofern nur diese letztere nicht isolirt, sondern mit Körpern verbunden ist, aus welchen sie Elektricität erhalten, oder an die sie dergleichen abgeben kann.

Ist hingegen die äußere Seite **isolirt**, wie z. B. wenn die Flasche auf Glas oder Pech stehet, so kan gar keine Ladung bewirkt werden. Das Isoliren unterbricht die Verbindung der äußern Fläche mit der Erde, und macht, daß diese Fläche ihren elektrischen Zustand nicht ändern kan. Dies hat aber die Folge, daß die innere ihren Zustand auch nicht verändert, weil sie im Wirkungskreise der äussern ist, und mit ihr im Gleichgewichte steht, so daß jeder Zusatz von Elektricität, der in die innere dringen will, durch die Wirkung der äußern in den Drath zurückgetrieben wird. Sobald man aber nur die äußere Seite durch eine Kette mit dem Tische oder Fußboden verbindet, geht die Ladung sogleich von statten.

Man übersieht leicht, daß die Flasche auch geladen wird, wenn man die äußere Seite mit dem Conductor der Maschine, und die innere mit der Erde verbindet. Nur wird alsdann die äußere positiv, und die innere negativ. Eben dies geschieht, wenn die innere mit dem isolirten Reib-

zeuge der Maschine, und die äußere mit der Erde verbunden wird, u. s. w.

Noch deutlicher sieht man dieses, wenn man die Flasche isolirt, und den Knopf A gegen den Conductor der Maschine bringt. Es werden sich gar keine oder nur wenige sehr schwache Funken zeigen. Bringt man aber den Knöchel des Fingers, einen Schlüssel rc. gegen die isolirte äußere Belegung, so werden sogleich starke und häufige Funken entstehen, und so oft der Conductor dem Knopfe A einen Funken giebt, so oft bekömmt auch der Finger einen aus der äußern Belegung. Offenbar darum, weil die innere Seite nur dann mehr + E annehmen kan, wenn die äußere eben soviel — E zu erhalten, oder + E abzugeben, Gelegenheit hat.

Wenn man hiebey statt des Fingers oder Schlüssels den Knopf einer zweyten nicht isolirten Flasche nimmt, so wird auch diese durch die Funken der ersten geladen, und so zeigt sich von selbst, wie sich mehrere Flaschen auf einmal laden lassen.

Die Ladung findet sich nicht in den Belegungen, sondern auf der Glasfläche selbst. Man kan die Belegungen abnehmen, und die Ladung bleibt doch in der Flasche, wie sich leicht versuchen läßt, wenn die innere Belegung aus Schrot bestehet, den man ausschütten kan, die äußere aber aus Zinnfolie, die nur leicht mit etwas Wachs angeklebt ist.

Die **Entladung** der leidner Flasche wird bewirkt, wenn man eine leitende Verbindung von einer Seite derselben bis zur andern führt, auch nur so weit, bis sie der andern Seite so nahe kömmt, daß die Elektricität derselben die zwischenliegende Luft durchbrechen kan. Man bedient sich gewöhnlich dazu des Ausladers, s. **Auslader**, dessen eines Ende an die äußere Belegung angesetzt, das andere aber gegen den Knopf A genähert wird. Sobald dieses Ende in den gehörigen Abstand vom Knopfe, in die **Schlagweite**, kömmt, so bricht zwischen beyden ein starker Funken mit einem heftigen Laute aus, und die Ladung der Flasche ist, bis auf einen kleinen Ueberrest, verschwunden. Diese Erscheinung heißt der **elektrische**

Schlag (explosio electrica, *explosion électrique*, *coup foudroyant*).

Wenn die Ladung nicht allzustark ist, so kan man diesen Schlag durch den Körper eines oder mehrerer Menschen gehen lassen. Ist es nur einer, so faßt er die Flasche an der äußern Belegung mit einer Hand, und nähert den Finger der andern Hand gegen ihren Knopf; sind es mehrere, so viel ihrer auch seyn mögen, so stellen sie sich in einen Kreis, geben sich die Hände, der Erste faßt die Flasche mit der Hand, der Letzte bringt den Finger gegen den Knopf. Sobald der Schlag ausbricht, fühlen Alle, wenn es auch Hundert und Mehrere wären, in demselben Augenblicke eine heftige Erschütterung, vorzüglich in den Gelenken der Hände, Arme und Schultern, und in der Brust, die eine schmerzhafte Empfindung zurückläßt. Davon heißt der Schlag auch **die elektrische Erschütterung** (concussio, commotio electrica, *commotion électrique*). Ist die Ladung stark, so darf man sich dem Schlage nicht aussetzen, weil er alsdann Thiere zu tödten vermögend ist. Der Funken ist beym elektrischen Schlage zwar kürzer, aber ungleich dichter, heftiger und mit einem stärkern Schalle verbunden, als der, welcher aus einem blos einfachen Leiter gezogen wird. Ueberhaupt bringt die Elektricität bey der Entladung der Flaschen und Platten ihre erstaunlichsten Wirkungen hervor, und heißt daher die **verstärkte Elektricität.**

Es kan aber auch die Entladung einer Flasche **stillschweigend**, d. i. ohne Schlag bewirkt werden, wenn man beyde Seiten derselben allmählig von ihren Elektricitäten befreyen kan, (eine allein zu befreyen, ist wegen des Wirkungskreises der andern unmöglich). Dies geschieht z. B. wenn man beyde Seiten wechselsweise berührt oder mit der Erde verbindet, oder wenn man die äußere Seite allein in diese Verbindung setzt, und an den messingnen Drath eine Spitze bringt, oder im Fall er spitzig geendet ist, die Kugel davon abschraubt, wobey die Elektricität der innern Seite sich still durch die Spitze zerstreut, s. **Spitzen**; auch wenn man die eine Belegung mit der Erde verbindet, und die andere eine

Zeitlang der Luft aussetzt, wodurch sie ihre Elektricität ebenfalls nach und nach verliert, weil in der Luft viel leitende Theile schweben. Eben daher verlieren die gewöhnlichen Flaschen ihre Ladung in kurzer Zeit von selbst. So erfolgt auch eine stille Entladung, wenn man um die äussere Belegung einen messinghen Ring legt, aus dem ein krummgebogner Drath mit einem Knopfe bis E Taf. IX. Fig. 32. heraufgeht, so daß die Knöpfe A und E sich gegenüber stehen. Wenn man dann einen leichten Körper B an einem Faden aufhängt, so wird er wechselsweise von A und B angezogen, führt nach und nach die Elektricität der einen Seite in die andere über, und entladet die Flasche. Man formt den Körper B, wie eine Spinne, daher der Versuch den Namen der **elektrischen Spinne** führt.

Wenn man die eine Belegung einer geladnen Flasche allein mit dem Finger oder einer andern Leiter berührt, so zeigt sich dabey nichts Besonders (bisweilen nur ein kleiner Funken am Knopfe), der Schlag erfolgt erst, wenn sich die leitende Verbindung bis an die andere Seite erstreckt. Daher kan man die geladnen Flaschen sicher beym Knopfe oder von außen anfassen und forttragen, wenn man nur damit nicht einen andern Theil des Körpers, oder die Kleider berührt.

Die leitende Verbindung zwischen beyden Seiten der Flasche, der **Verbindungs-Kreis**, darf nicht eben aus einem einzigen ununterbrochnen Leiter bestehen. Man kan ihn sehr lang machen, und mancherley Körper hineinbringen, wenn diese nur alle Leiter sind. So können sehr viele Personen, die einander anfassen, den Kreis ausmachen. Man glaubte vor nicht langer Zeit in Paris, die Leitung werde unterbrochen, wenn man Castraten oder impotentes einstelle; aber dieser Wahn ward falsch befunden (*Sigaud de la Fond* Precis historique et experimental des phénomenes électriques. Paris, 1781. 8. p. 285.). Der Schlag nimmt aber immer den Weg durch die besten Leiter, durch die er am leichtesten und mit dem wenigsten Widerstande zum Ziele kommen kan: sind daher mehr Verbindungen vorhanden, so vertheilt er sich selten unter alle, sondern

zieht z. B. die metallische, oder die durch feuchte Körper gehende vor, zumal wenn sie zugleich die kürzeste ist. Wenn der Kreis also aus vielen Personen besteht, und der Boden feucht ist, so fühlen die Mittlern den Schlag nicht, weil er den leichtern und kürzern Weg von den Ersten bis zu den Letzten durch den feuchten Boden nimmt. Man kan sogar das Wasser eines Flusses, oder einen langen Strich feuchtes Erdreich zu einem Theile der Verbindung machen. Dahin gehört **Winklers** Versuch im Apelschen Garten zu Leipzig d. 28. Jul. 1746. (s. **Priestley** Gesch. der Elektr. S. 59.), wobey drey Flaschen in der Pleiße standen, welche entladen wurden, wenn man die Verbindungskette dreyßig Ellen weit davon ebenfalls in den Fluß hieng, und das andere Ende an den mit den Flaschen entbundenen Conductor brachte. D. **Watson** trieb 1747 mit einigen Mitgliedern der königlichen Societät diese Versuche noch weiter, (**Priestley** S. 71. u. f.), und leitete endlich den elektrischen Schlag durch eine Verbindung von vier englischen Meilen, nemlich zwo Meilen Drath, und zwo Meilen trocknen Erdboden. Diesen großen Raum legte die Elektricitat **in einem Augenblicke zurück**. Es hat aber **Volta** (*Rozier* Iournal de physique. 1779.) durch Versuche erwiesen, daß bey großen Verbindungskreisen die Elektricität nicht in einem ununterbrochnen Strome durch den ganzen Kreis gehet, daß vielmehr jede Seite ihren besondern Strom erreget, und ihre Elektricität den nächsten Leitern abgiebt. Dem zu Folge entstand in jenen freylich sehr täuschenden Versuchen des **Watson** der elektrische Schlag an jedem Ende für sich, und ohne Zusammenhang mit dem andern Ende, wodurch das Unbegreifliche dabey auf einmal verschwindet.

Durch elektrische Körper geht die Erschütterung nicht, sie müßte denn stark genug seyn, sie mit Gewalt zu durchbrechen, wobey allezeit ein Funken und eine Explosion entsteht. Wenn daher die Verbindung durch eine Reihe nicht ganz zusammenhängender, sondern nur nahe an einander stehender Körper gemacht wird, so entstehet zwischen jedem Paare dieser Körper ein Funken, weil die Elektricität die

Luft durchbrechen muß. Hierauf gründen sich allerley elektrische Spielwerke, z. B. man klebt mit Hausenblase viereckichte Stückchen von Goldblättchen nahe neben einander auf eine Glastafel, daß das Ganze eine Sonne, einen Namen u. dgl. vorstellt, und entladet eine Flasche dadurch, so zeigt sich die Sonne rc. auf einen Augenblick mit dem lebhaftesten Feuer, welches im Dunkeln viel Wirkung thut. Der Abt **Nollet** ist der Erfinder hievon, und man kan die dabey zu beobachtenden Vortheile beym **Sigaud de la Fond** (Geschichte der medizinischen und physikalischen Elektricität, von **Kühn**. Leipzig, 1783. gr. 8. S. 240 u. f.) und **Guyot** (Physikal. und mathemat. Belustigungen, Th. IV. S. 300 — 310.) finden.

Wenn der Verbindungskreis durch **unvollkommne Leiter**, z. B. durch Stücke trocknen Holzes, durch inwendig angefeuchtete Glasröhren rc. unterbrochen wird, so entstehen dadurch anhaltend **schneidende** Funken oder Büschel, die nicht erschüttern, aber an dem Theile des Leibes, wo sie einströmen, eine höchst widrige Empfindung verursachen. Man kan damit holzichten, etwas spitzgeschnittenen Zunder und sogar lockeres, nicht in Patronen eingeschloßnes, Schießpulver zünden (s. Magazin für das Neuste aus der Phys. und Naturg. von Herrn **Lichtenberg**, II. B. 2 St. S. 70.).

Durch die Entladung verliert die Flasche ihre Elektricität. In den meisten Fällen aber bleibt noch ein **Ueberrest** der Ladung zurück, der, wenn sie stark gewesen ist, oft noch einen zweyten ziemlich beträchtlichen Schlag geben kan.

Es lassen sich mit der leidner Flasche ungemein viel belehrende und unterhaltende Versuche anstellen. Verzeichnisse und Beschreibungen derselben findet man beym **Cavallo** (Vollst. Abhandl. der Lehre von der Elektr. III. Buch 7 Cap.), **Adams** (Versuch über die Elektr. a. d. Engl. Leipz. 1785. gr. 8. Cap. 7.) und **Donndorf** (Lehre von der Elektr. I. Band. S. 344 u. f. II. Band Cap. 19. Vers. 22. u. f. von S. 825). Die stärksten

Wirkungen erfolgen, wenn mehrere Flaschen mit einander verbunden und zusammen entladen werden, s. **Batterie, elektrische.** Von den Phänomenen und Wirkungen der elektrischen Erschütterung selbst werde ich bey dem Worte: **Schlag, elektrischer** reden.

Geschichte des leidner Versuchs.

Schon der Engländer **Stephan Gray** fühlte im Jahre 1735, als er sich mit Ausziehung elektrischer Funken aus dem Wasser beschäftigte, die Erschütterung der verstärkten Elektricität (Philos. Trans. no. 436. *I. D. Titius* de electrici experimenti Lugdunensis inventore primo. Witteb. 1771. 4.). Da er aber die Bemerkung nicht weiter verfolgt hat; so kan man ihn nicht als den Erfinder dieses merkwürdigen Versuchs ansehen.

Die Ehre, eine so wichtige Entdeckung gemacht zu haben, die alle Naturforscher in Erstaunen setzte, und dem Studium der Elektricität ein neues Leben gab, gehört ganz unstreitig einem deutschen Prälaten, dem Herrn **von Kleist**, Dechanten des Domcapituls zu Camin in Pommern, welcher am 11. Oct. 1745 die verstärkte Elektricität selbst entdeckte, am 4. Nov. darauf dem D. **Lieberkühn** in Berlin, am 28. Nov. dem Prediger **Swietlicki** in Danzig und bald nachher auch dem Professor **Krüger** in Halle Nachrichten davon gab, welche der Erste der berliner Akademie der Wissenschaften, der Zweyte der danziger naturforschenden Gesellschaft mittheilte, und der Dritte schon 1746 drucken ließ (**Krügers** Geschichte der Erde, Halle 1746. 8. S. 177. u. f.). Diese Nachrichten enthalten Folgendes. „Wenn ein Nagel oder starker messingner Drath „in ein kleines Arzneyglas gesteckt und elektrisirt wird, so „erfolgen besonders starke Wirkungen. Das Gläschen „muß recht trocken oder warm seyn. Man kan es vorher „mit Kreide reiben. Thut man ein wenig Quecksilber „oder Weingeist hinein, so geht alles noch besser von statten. Sobald das Gläschen von der elektrischen Röhre „weggenommen wird, so äußert sich der leuchtende Stralenbüschel, und man kan mit dieser brennenden Maschine

„über 60 Schritte weit im Zimmer herumgehen. Wird „währendem Elektrisiren der Finger oder ein Stück Geld „an den Nagel gehalten, so ist der herausfahrende Schlag „so stark, daß Arme und Achseln davon erschüttert werden. „Eine isolirte Röhre läßt sich dadurch weit stärker elektrisi„ren, als unmittelbar durch die Kugel. Wird ein Con„ductor elektrisirt, der im Gläschen befindliche Nagel dar„an gehalten, und mit Elektrisiren fortgefahren, so sollte „man kaum glauben, in welche Stärke die Elektricität ge„setzt werde. Ist das Gläschen niedrig, daß sich die Fin„ger in der gehörigen Weite befinden, so schlägt der Fun„ken von selbst aus dem Nagel auf den Finger zu. Dünn„hälsige Gläser sind ein paarmal durch den heftigen Schlag „zersprengt worden u. s. w." Man sieht, daß hiebey das Glas wirklich geladen war, wobey das hineingegoßne Quecksilber die innere, die darum gelegte Hand aber die äußere Belegung ausmachte. Man bemühete sich in Danzig, den Versuch nachzuahmen, und **Gralath** war der Erste, dem er gelang, jedoch erst nach erhaltener ausführlicher Anweisung des Herrn von Kleist, welche 1747 (Abhandlung. der naturforschenden Gesellsch. in Danzig. Th. I. 1747. 4. S. 512.) öffentlich bekannt gemacht wurde.

Zu Anfang des Jahres 1746 schrieb **Mußschenbroek** aus Leiden an **Reaumür**, er sey auf einen schrecklichen Versuch gerathen, mit einer Erschütterung, der er sich nicht für die Krone Frankreichs zum Zweytenmal aussetzen möchte: **Allamand**, ebenfalls Professor in Leiden, wiederholte dieses in einem Briefe an **Nollet**, und im Februar auch in einem eignen Aufsatze (Mém. de l'acad. des Sc. 1746. p. 2.).

Der Abt **Nollet** nannte daher die Entdeckung den **leidner Versuch**, welchen Namen sie auch behalten hat, ob sie gleich weit richtiger der **kleistische Versuch** heißt.

Man fieng in Frankreich an, **Mußschenbroek** für den Erfinder zu halten, als **Allamand** noch im Jahre 1746 sowohl an **Nollet**, als an **Gralath** meldete, die erste Entdeckung gehöre eigentlich einem angesehenen Privatmanne in Leiden **Cunäus** zu, der schon 1745 zufälliger

Weise darauf gekommen sey. Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieser Mann etwas von der Entdeckung des deutschen Prälaten gewußt habe; inzwischen bleibt diesem letztern unstreitig das Verdienst der ersten Erfindung und Bekanntmachung.

Nusschenbroek erzählt, er und seine Freunde hätten darauf gedacht, elektrisirte Körper, weil sie an der Luft die Elektricität so bald verlöhren, zu isoliren, und hätten daher Wasser in gläsernen Flaschen durch einen mit der Maschine communicirenden Drath elektrisirt. Dabey habe er, als er eine solche Flasche in der einen Hand gehalten, und mit der andern den Drath von der Maschine habe losmachen wollen, einen schrecklichen Schlag in seinen Armen und der Brust bekommen, den sie alle bey wiederholtem Versuche ebenfalls empfunden hätten, und von dessen Wirkung auf ihren Körper sie fürchterliche Beschreibungen machen.

Diese Nachrichten erregten ein unbeschreibliches Aufsehen, und machten die Elektricität zum Gegenstande der allgemeinen Unterredung. **Gralath** und **Winkler** aber waren die Ersten, welche der Erfindung selbst etwas zusetzten. Gralath vertauschte Gläschen, Nagel und Weingeist mit einer größern Flasche, einem Drathe mit der Kugel, und mit Wasser, zeigte schon den 20 Apr. 1746 einen Verbindungskreis von 20 Personen, erfand die Batterie, und entdeckte die Unmöglichkeit, gesprungne Flaschen zu laden, ingleichen den sogenannten Ueberrest der Ladung. **Winkler**, dem die Erschütterung sehr empfindlich gewesen war, (*Winkler* on the effects of electricity upon himself and his wife. Phil. Trans. no. 480.) erfand eine Veranstaltung, die verstärkte Elektricität von ferne zu beobachten, und stellte die obenangeführten Versuche an, wobey ein Theil der Pleisse in die Verbindung gebracht ward.

Die meisten Erweiterungen aber hat **D. Watson** in den folgenden Jahren (Philos. Transact. 1748. 1749. etc. no. 477. 478. 482. 485. 489.) hinzugesetzt. Er fand, daß die Stärke des Schlags nicht von der Menge der Materie in der Flasche, sondern blos von der Größe der Fläche,

die sie berührt, abhänge, welches dem D. **Bevis** Anlaß gab, die Belegung mit Zinnfolie zu erfinden. Er gab zuerst eine Erklärung des räthselhaften Phänomens der Ladung, und ordnete 1747 die ins Große gehenden Versuche über die Verbindungskreise und die Geschwindigkeit des Schlages an, wobey ganze Striche Landes mit in die Verbindung gezogen wurden. **Wilson** tauchte die Flaschen auch von außen in Wasser, entdeckte das wahre Verhältniß der Stärke des Schlages, nahm wahr, daß derselbe den Weg wählt, bey dem er am wenigsten Widerstand antrift, bemerkte die Lateral-explosion u. s. f.

In Frankreich stellte der Abt **Nollet** die ersten Versuche an, entdeckte zufällig, daß eine luftleere Flasche alle Dienste einer belegten thue, machte Verbindungskreise von 180 Personen, die sich mit eisernen Dräthen verbanden, und einen Umkreis von 900 Toisen bildeten, und tödtete zuerst Thiere durch den Schlag. **Le Monnier** fand, daß die Ladung eine Zeit lang (bey kaltem Wetter 36 Stunden) in den Flaschen bleibe, und that sich noch vor D. **Watson** durch Versuche mit langen Verbindungskreisen, in die auch große Wasserbassins gebracht wurden, hervor. In England sowohl als in Frankreich hatte man schon wahrgenommen, daß isolirte Flaschen nicht geladen werden konnten, und daß die Belegung geladner Flaschen leichte Körper anzog, wenn man den Drath berührte, hingegen dieselben abstieß, wenn man den Finger an die Belegung brachte. Diese Versuche hätten darauf führen können, daß die Elektricitäten beyder Seiten entgegengesetzt sind; allein man übersahe dies, und bildete sich ein, das elektrische Feuer ströme aus der Hand oder aus den Leitern, die die Flasche von außen berührten, durch das Glas hindurch in die innere Belegung.

Indem also die Erklärung der leidner Flasche den europäischen Naturforschern ein Geheimniß blieb, verbreitete sich auf einmal ein unerwartetes Licht darüber durch die Briefe des D. **Franklin** in Philadelphia. (New experiments and obs. on electricity in several lettres to Mr.

Collinson. Lond. 1751. 4. **Benj. Franklins** Briefe von der Elektricität, übers. v. J. C. **Wilke**. Leipz. 1758. 8.) Dieser scharfsinnige Naturforscher hatte schon vorher, so wie **Watson**, bemerkt, daß bey der gemeinen Erregung der Elektricität das Reibzeug dasjenige hergiebt, was die Glaskugel erhält; diese Bemerkung hatte ihn bewogen, die beyden Elektricitäten des Glases und Reibzeugs als Ueberfluß und Mangel einander entgegenzusetzen, und mit den Namen der **positiven** und **negativen** zu unterscheiden. Da er nun bey seinen Versuchen mit der leidner Flasche gewahr ward, daß eine an Seide hängende Korkkugel von der äußern Belegung angezogen werde, wenn sie von dem mit der innern Seite verbundnen Drathe abgestoßen wird, und daß man durch den hierauf gegründeten Versuch mit der elektrischen Spinne die Flasche entladen, oder die Elektricität der einen Seite in die andere überführen könne, so folgte aus seinen so wohl überdachten Grundsätzen von selbst, daß bey der Ladung die Elektricitäten beyder Seiten einander entgegengesetzt seyn müßten. Diese Entdeckung ließ ihn sehr tiefe Blicke in das Geheimniß der leidner Flasche thun, und ob er gleich bey seiner Theorie noch vieles Willkührliche hinzufügen mußte, so erklärte doch dieselbe alle damals bekannte Erscheinungen so deutlich, daß sie den entschiedensten Beyfall der meisten seiner Zeitgenossen erhielt.

Diese Theorie führte ihn zugleich auf Beobachtung vieler neuen Erscheinungen des Ladens, Entladens und elektrischen Schlags, und auf die Erfindung einer zahlreichen Menge von neuen Versuchen, so daß das meiste, was noch jetzt über die leidner Flasche vorgetragen wird, aus seinen Briefen geschöpft ist, welche auf einmal den größten Theil der vorigen Dunkelheit dieser Lehre zerstreuten. Hiezu kamen noch seine vortreflichen Entdeckungen über den Blitz, die Wirkung der Spitzen ꝛc. und die nützlichen Anwendungen derselben auf die Blitzableiter und Beobachtung der Luftelektricität, wovon in diesem Wörterbuche unter besondern Artikeln gehandelt wird. Daher erregten seine Briefe mit Recht eine allgemeine Bewunderung; nur einige französische Naturforscher, insbesondere **Nollet**, wi-

dersprachen seiner Theorie, und bezweifelten den Nutzen seiner Entdeckungen.

Priestley (Gesch. der Elektr. S. 179 — 186.) erzählt verschiedene einzelne Erfindungen, welche von den Naturforschern zu den franklinschen hinzugesetzt worden sind. Die vornehmsten sind der Herren **Wilke** und **Aepinus** Ladung einer Luftscheibe, s. **Bliz**, **Beccaria**'s Ladung von Harz- Schwefel- und Siegellackplatten und verschiedene andere über die Wirkungen des elektrischen Schlags, und die Erscheinungen des Lichts gemachte Versuche, welche zum Theil zur Bestätigung des franklinschen Satzes, daß die Entladung stets aus der positiven Seite in die negative gehe, dienen sollten.

Das von **Wilke** und **Aepinus** (*Wilke* diss. de electricitatibus contrariis. Rostoch. 1757. 4.) entdeckte Gesetz **der elektrischen Wirkungskreise** klärte die Theorie der leidner Flasche noch mehr auf, und **Wilke** nahm davon Gelegenheit, alles, was bey der Ladung sowohl in den Glasflächen, als in den Belegungen vorgeht, genauer zu untersuchen (Von den entgegengesetzten Elektricitäten bey der Ladung und den dazu gehörigen Theilen, in den schwed. Abhandl. 1762. S. 213. u. f.). Diese Untersuchungen, welche im Grunde auch die Erfindung des Elektrophors enthalten, leiteten Herrn **Wilke** schon damals auf die Vermuthung, daß sich die Phänomene der Ladung aus der Hypothese von zwoen Materien, die er Feuer und Säure nennt, besser, als nach Franklin erklären ließen, welcher Gedanke durch die neuern Entdeckungen noch mehr bestätiget worden ist.

Herr **Volta**, ein zweyter Franklin in der Lehre der Elektricität, hat im Jahre 1775 den elektrischen Apparat nicht nur mit dem für Theorie und Praxis so wichtigen **Elektrophor** vermehrt, der im Zustande der Ladung nichts anders, als eine entladne leidner Flasche ist, sondern er hat auch, bey Veranlassung seiner über dieses Werkzeug gegebnen Erklärungen, die Wirkungen der Elektricität aus einem ganz neuen Gesichtspunkte zu betrachten angefangen. Er sahe zuerst darauf, daß ein **elektrisirter Körper**, wenn

er den Zustand eines andern, der in seinen Wirkungskreis kömmt, verändert, dadurch auch selbst eine Veränderung leidet, und darinn so lange beharret, bis der andere Körper aus seinem Wirkungskreise entfernt wird. Dies ist das eigne Gesetz seiner Theorie, welche er in einer eignen Abhandlung (Philos. Transact. 1782.) umständlich aus einander gesetzt hat. Aber schon seine frühern Schriften haben die neuern Physiker veranlasset, mehr darauf Acht zu geben, daß beyde entgegengesetzte Elektricitäten bey ihren Wirkungen sich **wechselseitig binden.**

Hiedurch sind die neuern Erklärungen der leidner Flasche sehr einfach und leicht geworden, besonders so, wie sie Herr **Lichtenberg** in seiner Ausgabe der Erxlebenschen Anfangsgründe der Naturlehre mit Bezeichnung der positiven Elektricität durch + E und der negativen durch — E vorgetragen hat. Sie lassen sich mit beyden Hypothesen, der franklinischen sowohl, als der symmerschen von zwoen Materien, vereinigen, und leiten blos die Erscheinungen aus unbezweifelt erwiesenen Gesetzen der Elektricität ab.

Neuere von **Volta, Cavallo, Henly, Nairne, Lord Mahon, Sigaud de la Fond** u. a. gemachte Versuche mit Ladungsflaschen oder Verbesserungen des dazu gehörigen Apparats können hier nicht umständlich erzählt werden, sind auch zum Theil in den die Elektricität betreffenden Artikeln dieses Wörterbuchs angeführt worden.

Theorien der leidner Flasche.

Die unerwartete Entdeckung des leidner Versuchs setzte die Naturforscher in nicht geringe Verlegenheit. Sie zeigte die Nichtigkeit aller vorherigen Theorien der Elektricität, und stellte eine Erscheinung dar, die kein Physiker vermögend einer Theorie hätte voraussehen können.

Inzwischen versuchte **Nollet** sogleich (Mém. de l'acad. roy. des Sc. ann. 1746. p. 1. sq.), seine Hypothese der gleichzeitigen Aus- und Zuflüsse (man s. den ersten Theil dieses Wörterbuchs, S. 756.) darauf anzuwenden. Er erklärt demnach die Erschütterung aus dem heftigen und doppelten

Stoße, der durch das Zusammentreffen der elektrischen Ströme im menschlichen Körper rc. entstehe, wenn die Ausflüsse aus dem Knopfe und der Belegung den Zuflüssen aus den beyden Händen des Experimentators begegneten. Das Gefäß müsse von Glas seyn, damit der Drath nicht gleich bey der Berührung der äußern Fläche seine Elektricität durch einen einfachen Funken verliere. Er behauptet schlechterdings, es könne auch eine isolirte Flasche geladen werden; denn seine Hypothese enthält keinen Grund, warum es unmöglich seyn sollte. Er läugnet beym Entladen die Nothwendigkeit, beyde Seiten zu verbinden, und sieht überhaupt die Ladung blos für Ueberfüllung mit elektrischer Materie an, ohne die entgegengesetzten Elektricitäten zu unterscheiden. Die fernern Entdeckungen machten diese Theorie gar bald unzureichend. **Nollet** aber hat sie mit einer fast unglaublichen Standhaftigkeit vertheidiget, und allen seinen Scharfsinn aufgeboten, um die Schwierigkeiten zu heben, die ihm fast jeder neuerfundene Versuch darstellte.

Franklins Theorie (s. dieses Wörterbuchs I. Th. S. 759.) erklärt den leidner Versuch weit glücklicher. Dennoch mußte man dabey, außer den allgemeinen Sätzen der franklinschen Theorie; noch die Undurchdringlichkeit des Glases für die elektrische Materie, und den Grundsatz annehmen, daß das Glas, so wie jeder elektrische Körper, nur eine gewisse Menge elektrischer Materie zu enthalten vermöge, so daß es unmöglich sey, einer Seite des Glases etwas zu geben oder zu entziehen, wofern nicht die andere Seite eben so viel verlieren oder bekommen könne. Dieser letzte Satz klingt freylich etwas dunkel und sonderbar; aber die Schwierigkeit liegt nur im Ausdrucke, und alles wird deutlich, so bald man damit das Gesetz der Wirkungskreise verbindet. Wenn nemlich das Glas dünn ist, so liegt jede Seite im Wirkungskreise der andern, und ein Zusatz von positiver Elektricität in der einen muß einen gleichen Zusatz von negativer, oder nach Fr. einen gleichen Verlust von elektrischer Materie in der andern veranlassen. Ist das Letztere nicht möglich, wie z. B. bey isolirten Flaschen, so kan auch das Erste nicht statt finden, d. h. jene Seite kan den Zusatz von

positiver Elektricität gar nicht annehmen, weil er durch die Wirkung der andern Seite abgestoßen wird. Dies haben aber **Wilke** und **Aepinus** erst deutlich gelehrt; und daraus erklären sich alle Erscheinungen der geladnen Flasche ganz leicht, wenn man nur annimmt, daß dünnes Glas die Wirkungskreise oder die **Vertheilung** der Elektricität nicht hindere, ob es gleich die **Mittheilung** derselben unmöglich macht.

Die Erscheinungen des Ladens und Entladens lassen sich am kürzesten erklären, wenn man sich der Zeichen + E und — E für die positive und negative Elektricität, und der Worte: **Binden** und **Freylassen** bey den Wirkungen der Vertheilung bedient. Dies ist eine Sprache, die sich nach allen Systemen übersetzen läßt. Ich will diese Erklärungen hier in eben der Ordnung mittheilen, nach welcher ich oben die Erscheinungen selbst vorgetragen habe.

Verbindet man eine Seite der Flasche mit dem Conductor der Maschine, die andere mit dem Reibzeuge, so erhält jene + E diese verliert + E, und erhält — E beydes in gleichem Grade, ja es kömmt sogar eben das + E durch den Conductor in jene, welches aus dieser in das Reibzeug gegangen ist. Beyde E binden sich, daher die Flasche, so lange nichts weiter vorgeht, keine elektrischen Phänomene zeigt.

Wenn man auch nur **die innere Seite** allein mit dem Conductor verbindet, so erhält sie mehr + E, daher wird fast eben so viel + E der äußern Seite frey, und mehr — E in ihr gebunden. Ist sie also mit hinlänglichen Leitern verbunden, so giebt sie an diese das freye + E ab, und nimmt dagegen so viel — E an, als das + E der innern Seite bindet. Daher wird auch in diesem Falle die Flasche geladen. Hiebey ist noch zu bemerken, daß das + E der innern Seite doch nicht ganz so viel — E in die äußere bringt, daß es dadurch völlig gebunden würde. Ein Theil des + E an der mit dem Conductor verbundnen Seite bleibt also noch immer frey, daher auch der Knopf der Flasche, wenn man ihn allein berührt, einen kleinen Funken giebt.

Ist aber die äußere Seite **isolirt**, so kan sich ihr E gar nicht ändern. Daher kan auch das E der innern Seite keinen Zusatz annehmen, weil ihn das schon genug beschäftigte E der äußern Seite nicht binden kan. Er bleibt also frey, und geht in den Leiter zurück; mithin kan eine isolirte Flasche nicht geladen werden.

Wird umgekehrt die äußere Seite mit + E verbunden, und die innere **nicht isolirt**, so erhält jene + E, diese gleich viel — E aus der Erde. Wird die innere Seite mit — E verbunden, und die **äußere nicht isolirt**, so erhält jene — E, diese eben so viel + E aus der Erde.

Verbindet man die Seiten nicht völlig mit dem Conductor und mit Leitern, sondern nähert man sie nur daran, so gehen + E und — E durch Funken in sie über. Das übrige richtet sich alles nach den vorigen Regeln.

Die **Entladung** erfolgt, wenn man die sehr stark gewordenen ∓ E beyder Seiten durch Leiter verbindet: dann gehen sie in einander über, und die beyden Seiten befreyen einander selbst von ihren Elektricitäten. Daß die Wirkungen hiebey so heftig sind, rührt wohl von nichts anderm, als von der großen Menge des E her, das zuvor in beyden Seiten sich wechselseitig gebunden hielt, und nun plötzlich frey wird. Dieses E steigt in der geladnen Flasche, und noch mehr in den Batterien, zu einer solchen Menge an, daß damit die Elektricität eines noch so starken Conductors in keine Vergleichung kömmt. Nemlich die eine Seite kan so lang mehr + E annehmen, als die andere mehr — E erhalten kan, folglich hat die Stärke der Ladung keine Grenzen, als die, die ihr die Zerbrechlichkeit des Glases setzt, welches doch von allzu starken Elektricitäten endlich eben so, wie die Luft, mit einem Schlage durchbrochen wird.

Die **elektrische Spinne** wird vom Knopfe der Flasche angezogen, erhält etwas + E, und wird darauf nach dem Gesetz der Wirkungskreise wieder abgestoßen. In diesem Zustande zieht sie der Knopf E, Taf. IX. Fig. 32., an, nimmt ihr + E in sich, theilt ihr — E mit, und stößt sie dann wieder ab. So wird sie wieder von A angezogen, dem sie ihr — E mittheilt und + E dagegen annimmt, bis sie

endlich alles + E und — E beyder Seiten allmählich übergeführt, und dadurch die Entladung in der Stille bewirkt hat.

Wenn man nur eine Seite allein berührt, so kan kein Schlag erfolgen, weil das E der berührten Seite nicht **frey** ist. Oft ist ein kleiner Theil davon frey, und man erhält einen kleinen unbedeutenden Funken aus der Seite, die mit der Maschine verbunden gewesen ist, zumal wenn die andere Seite nicht isolirt ist.

Diese Erklärungen (denn die übrigen angeführten Erscheinungen sind von keiner Theorie abhängig) verwandeln sich in die **franklinischen**, wenn man nur statt + E Ueberfluß, statt — E Mangel an elektrischer Materie setzt; beym **binden** und **freylassen** aber den erwähnten franklinischen Satz substituirt, daß eine Seite des Glases gerade so viel Mangel haben müsse, als die andere Ueberfluß hat, daher gleichsam jeder Mangel einen gleichen Ueberfluß der andern Seite bindet, den die Ersetzung jenes Mangels wieder frey läßt. Es sind hingegen die **symmerschen** Erklärungen, wenn man sich unter + E und — E zwo besondere reelle Substanzen denkt, welches letztere ich wenigstens weit natürlicher, als das Erstere finde, weil es mir schwer wird zu begreifen, wie Mangel und Ueberfluß von einerley Substanz so thätig auf einander wirken können. Auch sind diese Erklärungen ganz dem Gesetze des Herrn **Volta** gemäß, weil dabey durchgängig angenommen ist, daß das E, welches ein anderes bindet, zugleich selbst gebunden, d. i. zu allen weitern Wirkungen unfähig werde.

Ganz neuerlich und erst nach dem Abdrucke des ersten Theils von diesem Wörterbuche hat Herr **de Lüc** in seinen *Idées sur la méteorologie* eine neue, wenigstens sehr sinnreiche, Theorie der Elektricität vorgetragen, welche nur eine einzige elektrische Materie voraussetzt, und von der ich in möglichster Kürze noch etwas, als einen Zusatz zum Artikel: **Elektricität**, beyfügen muß. Er glaubt eine große Aehnlichkeit der Elektricität mit den **Wasserdünsten** wahrzunehmen, und hält daher das **elektrische Fluidum** für einen **Dunst**, d. i. für eine Materie, deren **fortleitendes Fluidum** mit ihrer **schweren Substanz** nur schwach ver=

bunden ist, so wie bey den Wasserdünsten, das **Feuer** mit dem **Wasser**. Jenes nennt er hiebey **elektrisches fortleitendes Fluidum**, diese, die schwere Substanz, **elektrische Materie**. So, wie z. B. das Feuer aus den Dünsten mit Zurücklassung des Wassers entweicht, wenn sie kalte Körper berühren, so entweicht das elektrische fortleitende Fluidum mit Zurücklassung der elektrischen Materie, wenn es einen Körper antrifft, der weniger davon hat, und vertheilt sich gleichförmig durch alle Körper.

Die **elektrische Materie** strebt nach den **leitenden** Substanzen auf eine große Entfernung, wenn sie aber an sie gekommen ist, so hängt sie sich nicht an, sondern wird durch ihr fortleitendes Fluidum in einem Kreislaufe um die Leiter herum fortgerissen. Zu den **nicht leitenden** Substanzen hingegen strebt sie auf eine sehr kleine Entfernung; wenn sie sie aber erreicht hat, hängt sie sich an, und kan durch das fortleitende Fluidum nicht fortgerissen werden.

Das **fortleitende Fluidum** strebt nach allen Substanzen in einer weit größern Entfernung, von dem Körper, der mehr hat, zu dem, der weniger besitzt; es hat Verwandschaft mit der elektrischen Materie, aber seine Verbindung damit ist sehr schwach; eine größere Menge fortleitendes Fluidum giebt eben derselben Menge elektrischer Materie mehr ausdehnende Kraft. Dies ungefähr sind die allgemeinen Hauptsätze dieser allerdings sehr zusammengesetzten Theorie.

Hieraus wird nun die **Ladung** der leidner Flasche so erklärt. Man denke sich eine Glasplatte, von beyden Seiten mit Wasser umfaßt, gegen deren Seite A sich heiße Wasserdünste bewegen. So wie diese an die kältere Platte kommen, erkalten sie, ihr befreytes **Feuer** verbreitet sich über die ganze Platte, und das von ihm verlassene **Wasser vermehrt** dasjenige Wasser, womit die Seite A schon vorher bekleidet war. Das neue **Feuer** aber dringt durch die Glasplatte auf die Seite B, verstärkt daselbst die Ausdünstung, und **vermindert** also das Wasser, das B bekleidet. Diese Veränderungen gehen so lange fort, bis Glasplatte und Wasser die Temperatur der heißen Dünste an-

genommen haben. Alsdann hören die Dünste auf, sich bey A zu zersetzen, es geht kein Feuer mehr nach B über, und die ungleiche Vertheilung des Wassers in A und B hat ihr **Größtes** erreicht. Weil B weiter von der Quelle der Wärme abliegt, so kan es ein wenig kälter, als A, seyn, und die Dünste können etwas weniger ausdehnende Kraft bey B haben, als bey A.

Etwas ganz Analoges geschieht bey der Ladung der kleistischen Flasche. Man darf nur für Dünste **Elektricität**, für Feuer **fortleitendes elektrisches Fluidum**, für Wasser **elektrische Materie** setzen, so sieht man, warum die eine Seite bis zu einem gewissen Größten elektrische Materie verlieren muß, indem die andere mehr erhält, wofern nur jene mit dem Boden verbunden ist, d. h. wofern B nur ausdünsten kan. Am Ende hat A elektrische Materie gewonnen, B dergleichen verlohren; aber der Gewinn in A ist größer als der Verlust in B, weil der Hang des fortleitenden Fluidums, von A nach B zu gehen, durch die Entfernung, die das Glas zwischen sie setzt, geschwächt wird. Die Elektricität in A hat so viel ausdehnende Kraft, als die in der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat; die in B so viel, als die im Boden, der mit B in Verbindung ist; das **fortleitende Fluidum** aber (das Feuer im Beyspiele) hat in der ganzen Flasche an Menge zugenommen, und ist durch A und B fast gleich vertheilt.

Nun ist es bekannt, daß man eine Flasche **entladen** kan, wenn man wechselsweise beyde Seiten berührt; man muß aber bey A, beym Knopfe der Flasche (oder bey der Seite, die mit dem Conductor verbunden gewesen ist) anfangen, weil B keinen Funken giebt. Dies wird so erklärt. B steht mit dem Boden im Gleichgewicht, also ist die Berührung davon unwirksam; A aber giebt so viel Elektricität ab, als der Stärke des ladenden Conductors gemäß ist, weil es mit diesem gleiche ausdehnende Kraft hat. Dadurch geht **fortleitendes Fluidum** aus dem ganzen Apparat, also auch aus B hinein; dadurch verliert B an ausdehnender Kraft, und kömmt aus dem Gleichgewichte mit dem Boden. Berührt man nun B, so kömmt ein neuer

Funken aus dem Boden. Dieser läßt seine **elektrische Materie** an B, sein **fortleitendes Fluidum** aber vertheilt sich durch den ganzen Apparat, also auch mit durch A, das dadurch wieder an ausdehnender Kraft zunimmt, und das Gleichgewicht mit dem Boden verliert. Daher kan man wieder einen Funken aus A ziehen u. s. f. So verliert A bey jedem Funken etwas elektrische Materie, B aber bekömmt bey jedem neue, bis endlich durch Fortsetzung des Verfahrens beyde fast gleich viel haben, und die Flasche **entladen** ist.

Die **plötzliche Entladung** durch leitende Verbindungen ist nichts, als eine schnellere Succession eben derselben Wirkungen. Die Entladung aber ist nie vollständig, weil die elektrische Materie an den nicht-leitenden Substanzen sehr fest anhängt.

Schon dieses Wenige wird zeigen, mit welchem Witz und Scharfsinn der verdienstvolle Urheber dieser Theorie entfernte Aehnlichkeiten wahrnimmt, und die Erscheinungen bis auf die kleinsten Umstände zergliedert, um ihren Ursachen nachzuforschen. So zusammengesetzt und verwickelt seine Voraussetzungen auf den ersten Blick scheinen, so erklären sie doch in der Folge jeden Umstand glücklich und vollständig. Daß z. B. A allezeit zuerst berührt werden muß, davon möchte sich wohl, so wie von vielen andern kleinscheinenden Umständen aus der bisherigen Theorie schwerlich so befriedigend, wie hier, Rechenschaft geben lassen. Ueberdies leitet auch Herr **de Lüc** noch andere Erscheinungen, die ich hier übergehen muß, eben so glücklich aus der Analogie mit den Dünsten her. Mehr von diesem ganzen System werde ich noch bey den Worten: **Spitzen** und **Wirkungskreise, elektrische** beybringen.

Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz, an mehreren Stellen.

Beckmann Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, I. Th. 4 St. S. 571. u. f.

Cavallo Vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, I. Th. Cap. 7. u. S. 278.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. Dritte Aufl. §. 529. u. f. §. 549. g.

de Lüc neue Ideen über die Meteorologie. II. Abtheil. Cap. 3. Vom elektrischen Fluidum. 1. 2. 3 Abschnitt.

Flaschenzug, Polyspast, Polyspastus, Polyspaston, *Polyspaste*. Ein mechanisches Werkzeug, aus zween **Kloben** oder **Flaschen** zusammengesetzt, deren jede mehrere **Rollen** enthält. Die obere Flasche ist befestigt, an der untern aber hängt die Last, welche durch ein um alle Rollen gehendes Seil zugleich mit der untern Flasche in die Höhe gehoben wird, s. **Rolle**. Taf. IX. Fig. 33. stellt einen Flaschenzug von vier Rollen (tetraspaston) BC, DE, FG, HI, in den beyden Kloben oder Flaschen NM und OP vor. Der obere Kloben ist bey N befestiget, der untere trägt bey P die Last L. Das Seil ist bey M an einen Hacken im obern Kloben befestiget, geht von da aus über die Rolle IH wieder aufwärts nach G, über GF niederwärts nach E, über ED aufwärts nach C, endlich noch über CB niederwärts. Am Ende desselben zieht eine Kraft K das Seil an, und sucht durch Verkürzung der Seile CD, EF, GH, IM, den untern Kloben mit der Last zu erheben, oder wenigstens zu erhalten.

Wenn die Kraft K sich zur Last L, wie 1 zu der Anzahl der Seile verhält, an denen der untere Kloben hängt (hier, wie 1 : 4, weil der untere Kloben **vier** Seile MI, HG, FE, DC spannt), so sind beyde im Gleichgewicht. Denn die Last L spannt jedes Seil des untern Klobens mit einem Theile, der auf die Anzahl der Seile ankömmt, hier mit ihrem vierten Theile. Die obern Rollen aber wirken blos als **einfache**, s. **Rolle**, und ändern nur die Richtungen der Seile, daher die Kraft K nur so viel zu halten hat, als das Seil CD trägt, d. i. hier den vierten Theil der Last L. Das Gleichgewicht ist also vorhanden, wenn die Kraft sich zur Last, wie 1 : 4 verhält. Ist die Last z. B. 40 Pfund, so braucht man bey v nur 10 Pfund Kraft, sie zu erhalten. Die übrigen 30 Pfund trägt der Punkt N. Eine etwas stärkere Kraft würde die Last heben.

Das Seil könnte auch bey O an den untern Kloben befestiget, und von da über GFIHCBED geführt seyn,

wobey am Seile, das von D heraufgeht, eine Kraft aufwärts ziehen, oder auch das Seil für eine niederziehende Kraft noch um eine dritte obere Rolle geführt seyn könnte. In diesem Falle würde die Last fünf Seile spannen, und K nur der fünfte Theil von L seyn dürfen.

Je mehr also Rollen im Flaschenzuge sind, d. i. je mehr Seile die Last spannt, desto mehr kan durch eine geringere Kraft gehoben werden. Aber auch hier gilt das allgemeine Gesetz der Maschinen, daß das, was an Kraft gewonnen wird, an Raum oder Zeit wieder verlohren geht. Soll die Last um 1 Schuh gehoben werden, so muß sich jeder Strick, den sie spannt, um 1 Schuh, mithin das ganze Seil hier um 4 Schuh, verkürzen, und die Kraft, die das Seil auszieht, muß vier Schuh weit fortgehen.

Hiebey wird vorausgesetzt, daß alle Seile parallel sind, weil sich sonst bey der Rolle das Verhältniß K : L ändert. Damit aber die Seile nicht an einander kommen, und sich reiben, müssen die mittlern Rollen kleiner, als die äußern seyn, wobey das Seil F E schief geht. Dies verursacht eine kleine Abweichung von der Regel. Diese zu vermeiden, kan man die Rollen in den Kloben **neben einander** setzen, wie **Leupold** (Theatr. Machinar. generale. Cap. III. §. 63.) vorschlägt; aber dann laufen die Seile seitwärts schief, und klemmen die Rollen. Also ist es besser, bey der gewöhnlichen Einrichtung zu bleiben, zumal da das Reiben und die Steife der Seile noch weit beträchtlicher Abweichungen veranlassen.

Der Flaschenzug ist nächst dem Haspel das gewöhnlichste und bequemste Hebzeug, und wird täglich beym Bauen rc. zu Hebung schwerer Lasten gebraucht. Mit dem Haspel verbunden zwingt er ungeheure Lasten, und die so bewunderte Mechanik der Egypter hat vielleicht blos in der Kenntniß dieser beyden Hebzeuge bestanden, die den Alten sehr bekannt waren. Den Flaschenzug beschreibt **Vitruv** (De architectura, Lib. X. c. 3. 4.), und mehrere Abänderungen und Verbindungen desselben findet man beym **Leupold** (Theatrum machinarum, Tab. XXXV, XXXVI. u. f.) abgebildet.

Flecken der Sonne, des Monds, der Planeten, s. **Sonne, Mond, Venus, Mars, Jupiter.**

Flintglas, Kieselglas, weißes Krystallglas, engl. *Flintglass*. Eine Glasart, welche unter diesem Namen in den englischen Glashütten bereitet wird, und sich durch vorzügliche Weiße und Reinigkeit unterscheidet. Sie ist in der Dioptrik sehr berühmt geworden, seitdem der ältere **Dollond** durch ihre Verbindung mit dem Crownglase Mittel gefunden hat, die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung in den Fernröhren zu vermeiden, s. **Achromatische Fernröhre.**

Dollond giebt in einem Briefe, welchen **Clairaut** (Mém. de Paris, 1757. p. 857.) anführt, das Brechungsverhältniß für das Flintglas, wie 1, 583: 1 an. Nach dem **Duc de Chaulnes** (Mém. de Berlin 1767.) ist es 1: 0,628. Es bricht also dieses Glas die Lichtstralen etwas weniger, als das Crownglas, wiewohl der Unterschied äusserst gering ist, s. **Crownglas.** Dagegen zerstreut es dieselben weit stärker, so daß das durch ein Prisma von Flintglas entstandene Farbenbild unter gleichen Umständen um die Hälfte länger ist, als das durch ein Prisma von Crownglas gebildete.

Daher wird das Flintglas bey den achromatischen Fernröhren zum Hohlglase der zusammengesetzten Objectivlinse gebraucht, welches bey einer ganz geringen Brechung dennoch eine starke Farbenzerstreuung nach der entgegengesetzten Seite bewirken, und dadurch die starke Farbenzerstreuung der erhabnen Gläser von Crownglas gerade aufheben soll. Es kömmt hiebey fast alles auf die Güte des Flintglases an, welches man nur in den englischen Glashütten in der erforderlichen Güte hat finden können, und das jetzt selbst in England nicht mehr so gut als ehedem, verfertiget werden soll, s. **Achromatische Fernröhre.**

Zeiher entdeckte durch seine in Petersburg angestellten Versuche (s. den Art. **Farbenzerstreuung**), daß die Eigenschaft des Flintglases, die Farben so beträchtlich zu zerstreuen, die Folge einer starken Beymischung von Bley-

kalk sey. Solche mit Bleykalken bereitete Gläser sind schwerer, weniger spröde und zum Poliren geschickter als andere, und werden insgemein **Krystallglas** genannt. **Zeiher** fand, daß aus 3 Theilen Mennige und 1 Theile Kiesel ein Glas entstehe, welches die Farben fünfmal stärker, als das gemeine oder Crownglas zerstreut. Er entdeckte zugleich, daß ein stärkerer Zusatz von Laugensalzen die Brechung ungemein vermindere, ohne die Farbenzerstreuung merklich zu ändern. Er erhielt vermittelst dieser Entdeckungen endlich ein Glas, welches das Flintglas der Engländer zum Gebrauche für Fernröhren weit übertreffen müßte, weil es das Licht dreymal mehr, als das gemeine Glas zerstreuet, und doch das Brechungsverhältniß nur 1, 61 : 1 giebt (Mém. de Berlin. 1766. p. 150.).

Die größte Schwierigkeit aber liegt bey der Verfertigung solcher Gläser in den Blasen und Streifen, wozu alle Arten der Krystallgläser vorzüglich geneigt sind, und welche die Lichtstralen beym Durchgange wegen ihrer größern Dichte in Unordnung bringen. Die Farbe thut nicht so viel zur Sache. Die Streifen aber bilden, wenn man den Schein eines Lichts durch das Glas auf Papier fallen läßt, helle Linien von dunkeln Rändern begrenzt, zum Beweise, daß sie die Stralen mehr als das übrige Glas zusammenlenken. Diese Streifen sind wellenförmig, und durchschneiden sich, wie Netze, in verschiedenen Richtungen. Sie rühren allerdings von einer unvollkommnen Schmelzung her; aber die größten Chymiker gestehen, daß es bey dem Zusatze metallischer Substanzen fast unmöglich sey, sie zu vermeiden. **Scheffer** (Chemische Vorlesungen, Greifsw. 1779. 8. §. 176. d.) berichtet, daß die Engländer zum Flintglase 24 Theile Kiesel, 7 Theile Bleykalk und 1 Theil Salpeter nehmen. Er glaubt, es sey dabey des Bleykalks zu viel, und dies verursache die Streifen. Der Graf **Buffon** (Suppl. à l'hist. nat. To. II. Paris 1774. 12. p. 284.) meldet inzwischen, er habe aus 1 Pfund des weißesten Sandes, 1 Pfund Bleykalk, ½ Pfund Potasche, und 1 Loth Salpeter ein sehr vortrefliches Glas dieser Art verfertigt.

Florentiner Thermometer, s. Thermometer.

Flüchtig, Volatile, *Volatil.* Ein Körper heißt flüchtig, wenn er sich durch die Wirkung des Feuers in Dämpfe oder Gasarten verwandeln und davon treiben läßt. Das Flüchtige ist also dem Feuerbeständigen oder Fixen entgegengesetzt, s. **Feuerbeständig**.

Die Flüchtigkeit entspringt von der Ausdehnbarkeit oder Auflöslichkeit der Körper durch das Feuer, und ihr Grad ist nach der Beschaffenheit der Substanzen sehr verschieden. Vielleicht giebt es in der Natur keine Materie, welche nicht flüchtig wäre; nur sind es viele nicht bey den gewöhnlichen oder uns bekannten Graden des Feuers, oder sie sind nicht so flüchtig, als andere mit ihnen verbundne. Daher drücken die Worte: **flüchtig** und **feuerbeständig** eigentlich blos relative Begriffe aus, und beziehen sich auf die Grade des Feuers oder auf Vergleichung mit andern Körpern.

Vielleicht hängt auch die Flüchtigkeit zum Theil von dem die Körper umgebenden Mittel ab. Dieses ist doch mehrentheils die Luft. Wenn nun diese auf die durchs Feuer ausgedehnten oder aufgelösten Theile eines Körpers eine anziehende Kraft äußert, so werden sie verflüchtiget; so lange dies nicht geschieht, sind oder scheinen sie wenigstens feuerbeständig. Die flüchtigen Theile bleiben in der Luft, und sind entweder als Dünste mit ihr verbunden, oder als Rauch sichtbar, oder als Gas mit der atmosphärischen Luft gemischt. Wird die Luft mit den beyden erstern Arten übersättiget, so entsteht ein Niederschlag, wie bey der Destillation und Sublimation, wodurch wir die verflüchtigten Substanzen wieder gewinnen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Flüchtigkeit.

Flüsse, Ströme, Flumina, Fluvii, Amnes, *Fleuves, Rivieres.* So heißen die größern fließenden Gewässer, welche aus der Vereinigung der Bäche entspringen, und durch ihre Verbindungen mit einander immer zunehmen, bis sich endlich ihr Wasser ins Meer ergießt. Die schnellern und reißender fließenden pflegt man insbesondere **Ströme** zu nennen; wiewohl unter diesem Namen oft

auch blos die größern schiffbaren Flüsse, ohne Rücksicht auf ihre Geschwindigkeit, verstanden werden. In der französischen Sprache sind *Fleuves* (flumina) die schiffbaren oder auch unmittelbar ins Meer laufenden; *Rivieres* (amnes), die keine Schiffe tragen oder sich in andere Flüsse ergießen.

Das fließende Wasser hat seinen ersten Ursprung aus den Quellen, s. **Quellen**. Die meisten und größten Flüsse kommen daher aus den Gebirgen herab, wo es mehr regnet, wo mehr Schnee schmelzt und die Wolken stärker angezogen und verdichtet werden. Dennoch entspringen auch einige Flüsse aus Seen, wie der **Don**, der **Amazonenfluß**, der **Mississippi**, **St Lorenzfluß** u. a. m.

Der Weg, den sie nehmen, richtet sich nach dem Abhange der Erdfläche, so daß ihre Oberfläche, wenn sie ruhig wäre, eine schiefe Ebne seyn würde. Da die niedrigen Stellen der Erdfläche nicht in geraden Linien fortgehen, so machen die Flüsse viele Krümmungen, gemeiniglich desto mehr, je näher sie dem Meere kommen. Die meisten gehen nach Osten oder Westen, nur wenige nach Norden oder Süden. Sie werden beym Fortgange immer breiter, und ergießen sich insgemein durch mehrere Mündungen ins Meer.

Es giebt Flüsse, die sich unter der Erde verlieren und hernach wieder ausbrechen. Davon findet man viel Fabeln bey den Alten (z. B. *Ovid.* Metam. XV. v. 273. sqq.). **Plinius** (H. N. II. 103. V, 9.) erzählt, der **Alpheus** in Arkadien gehe unter dem Meere fort, bis zur Quelle **Arethusa** in Sicilien; was man in den Fluß werfe, komme in der Quelle wieder hervor, wovon **Strabo** (Geogr. L. VI.) schon das Ungereimte bemerkt. Von der **Rhone** ist bekannt, daß sie sich zwischen Genf und Lion auf $\frac{1}{8}$ Meile weit verliert; genauere Untersuchungen haben gelehrt, daß sie von herabgefallenem Schutt der Gebirge verborgen wird. Eben diese Bewandniß mag es wohl mit der Guadiana in Spanien, und mit einigen Flüssen in der Normandie und Lothringen haben. Andere, z. B. ein Arm des Rheins in Holland, und viele in Afrika, verlieren sich im Sande. Einige kleine Bäche fallen wirklich in Spalten oder Höhlen,

und kommen an deren Ende in Gestalt der Quellen wieder hervor.

Die Theorie des Laufs der Flüsse ist weitläuftig und noch manchen Schwierigkeiten unterworfen, s. **Hydrodynamik**. Ihre Geschwindigkeit richtet sich nicht immer nach der Abhängigkeit des Grundes. Die **Donau** ist weniger abhängig, als der **Rhein** und der **Po**, und doch geschwinder; die **Loire** hat nach Picard dreymal mehr Fall, als die doppelt so geschwinde **Seine**. Auch ist die Geschwindigkeit eines Flusses an verschiedenen Stellen ungleich, theils wegen des verschiedenen Falles, theils wegen der Verengerung oder Erweiterung des Bettes. Ueberdies kömmt es hiebey auf die Tiefe des Wassers und auf den Widerstand bey den Krümmungen, Inseln rc. an. Die geschwindesten Flüsse sind der **Tiger**, der **Indus**, die **Donau**. Wenn ein schneller Strom ins Meer ausfließt, oder in eine See geht, so behält er seine Geschwindigkeit noch eine Zeit lang, so daß man seine Fahrt auf eine ziemliche Weite von dem stillstehenden Wasser unterscheiden kan, ob es gleich ein Irrthum ist, daß der **Rhein** durch den **Bodensee** und die **Rhone** durch den **Genfersee** ganz durchgehen, ohne sich mit dem Wasser derselben zu vermischen.

In der Mitte, wo die Geschwindigkeit am größten ist, steht das Wasser eines Flusses bisweilen auf 3 Fuß höher, als an den Ufern; bey dem Ausflusse aber ist die Oberfläche in der Mitte hohl, weil das Meerwasser an den Seiten am stärksten aufsteigt. Durch diese Gegenwirkung sowohl, als durch Krümmungen, Inseln, Brücken u. dgl. können Wirbel entstehen; bisweilen werden sogar die Flüsse durch das Aufschwellen anderer hineinfallenden, durch das Zurücktreten des Meeres, durch Winde und Eisbrüche in ihrem Laufe aufgehalten oder zurückgetrieben.

Die Oberfläche der Flüsse steigt und fällt, je nachdem die Zuflüsse zu- oder abnehmen. Bey verstärktem Zuflusse wächst zuerst die Geschwindigkeit in der Tiefe, daher bisweilen der Zufluß abgeführt wird, ohne daß die Oberfläche steigt. Nimmt das Wasser noch mehr zu, so wird auch auf der Oberfläche die Geschwindigkeit größer, bis eine Ue-

berschwemmung erfolgt, wodurch sie beträchtlich vermindert, und das übergetretene Wasser nur sehr langsam abgeführt wird. Flüsse mit hohen Ufern gehen oft viel höher, als die umliegenden Wiesen und Felder.

Unter den Ueberschwemmungen, welche jährlich zu gewissen Jahrszeiten erfolgen, ist die des Nils die berühmteste. In Aethiopien, wo es vom April bis September regnet, tritt sie schon zu Ende des May, in Egypten aber erst im Junius ein, steigt 46 Tage und fällt eben so lange. Der Nordwind thut dabey sehr viel; er treibt die Wolken gegen die Gebirge im innern Afrika, und verhindert den Ausfluß des Nils; erhebt sich ein Südwind, so fällt die Fluth in einem Tage so viel, als sie in vieren gestiegen ist. Da das Land von dem abgesetzten Schlamme immer höher wird, so muß das Wasser jetzt weit höher, als vor Alters, steigen, ehe die Ueberschwemmung erfolgt. Seine Höhe wird durch die sogenannten Nilmesser bestimmt, dergleichen nach dem **Diodor** schon die ältesten egyptischen Könige zu Memphis errichten ließen. Der jetzige Nilmesser steht Alt-Cairo gegen über am südlichen Ende der Insel Rodda. Er ist eine mehr als 50 Fuß hohe Säule, in drey Haupttheile, jeden von 8 constantinopolitanischen Ellen, getheilt, und in ein Viereck eingeschlossen, welches auf einem Gewölbe ruht, unter welchem der Fluß durchgeht. Jetzt muß das Wasser 50 Fuß hoch steigen, ehe es das Land überschwemmt, da es hingegen in alten Zeiten nur 16 Fuß, und im ersten Jahrhundert n. C. G. nur 32 Fuß zu steigen brauchte, wenn anders die von **Herodot** und **Plinius** (Hist. nat. V. 9. XXXVI. 7.) angegebnen Maaße zuverlässig sind.

Der Abhang des Bodens der Flüsse senkt sich gemeiniglich sehr langsam; bisweilen aber bricht er auch mit einemmale jähe ab, wodurch die **Wasserfälle** entstehen. Bey diesen zertrennt sich das Wasser so fein, daß man fast einen beständigen Nebel siehet, worinn sich, wenn die Sonne scheint, ein Regenbogen zeigt. In Deutschland sind vornehmlich die Rheinfälle bey Schafhausen und Laufenburg merkwürdig, wovon der erste 80 Fuß Höhe hat. In

Amerika giebt es weit größere; der des Niagara ist 170 Fuß hoch; der des Bogocas bey St. Magdalena (*Bouguer* Voyage au Perou, p. 91.) 2 — 300 Toisen.

Die Menge des Wassers, welche die Flüsse ins Meer führen, ist erstaunlich groß. Die **Wolga** soll in einer Stunde über 1000, der **Jordan** fast 9, der **Po** 421, die Seine 16, die **Themse** 30½ Millionen Cubikfuß Wasser geben. **Buffon** (Histoire naturelle generale et part. Vol. I. p. 356.) findet nach einem von **Keill** gemachten Ueberschlage, daß alle Flüsse der Erde das Meer, wenn es trocken wäre, in 812 Jahren ausfüllen würden. Aber die Gründe solcher Bestimmungen sind so unsicher, daß das Resultat davon nicht anders, als unzuverläßig, seyn kan.

Torb. Bergmann physikalische Beschreibung der Erdkugel durch Röhl, 2te Aufl. Greifswald, 1780. gr. 8. Erster Band, S. 316. u. f.

Flüßig, Fluidum, *Fluide*. Flüßig heißt ein Körper, wenn seine Theile so wenig Zusammenhang haben, daß sie der Trennung nur geringen, kaum merklichen Widerstand thun, dennoch aber genug Anziehung gegen einander äußern, um den Sinnen einen einzigen ohne Unterbrechung zusammenhängenden Körper darzustellen. Ihnen werden die festen Körper (solida) entgegengesetzt, s. **Fest**. Die Flüßigkeit ist ein mittlerer Zustand zwischen der Festigkeit und der gänzlichen Zertrennung der Theile. Im Zustande der Festigkeit hängen die Theile stark und bleibend, bey der Flüßigkeit nur wenig, bey der Zertrennung gar nicht mehr zusammen. Ein Beyspiel giebt festes, geschmolzenes, und zu Pulver gestoßenes Glas. Wir müssen aber die Unterschiede der flüßigen und festen Körper noch genauer bestimmen.

1. Die Theile des flüßigen Körpers lassen sich fast ohne merklichen Widerstand trennen, und sondern sich oft von selbst blos durch ihr Gewicht ab. Man kan z. B. mit der Hand, wo man will, durchs Wasser fahren, und ein Tropfen trennt sich von der übrigen Masse ganz allein durch seine Schwere. Daher kan man einen Theil einer flüßigen

Materie bewegen, ohne das Ganze mit zu bewegen. Dies heißt **respective Beweglichkeit der Theile** (mobilitas partium respectiva) und ist ein Hauptkennzeichen der Flüssigkeit.

2. Die flüßigen Körper nehmen die Gestalt der Gefäße an, in die sie eingeschlossen werden, und lassen keinen Raum darinn leer, in den ihnen ein Weg offen steht (conformatio ad figuram vasis). Dies ist eine natürliche Folge der respectiven Beweglichkeit ihrer Theile, die ihnen erlaubt, den Gesetzen der Schwere oder Elasticität einzeln und ohne Beytritt des Ganzen zu folgen.

3. Ihre gleichartigen Theile sind so zart, daß sie einzeln genommen nicht in die Sinne fallen, daher die Oberfläche völlig zusammenhängend erscheint, ohne daß man, wie bey den festen Körpern, etwas von ihrer Structur daran wahrnimmt.

4. Ihre Theile hängen sich von selbst in Tropfen an einander, weil der Zusammenhang zwar gering ist, aber doch, besonders in den kleinern Theilen, etwas beträgt. Diese Tropfen nehmen, weil die Anziehung auf allen Seiten gleich stark ist, eine Kugelgestalt an, und zween derselben fließen, wenn man sie an einander bringt, in einen zusammen. Es ist aber hiebey zu bemerken, daß dies nur bey denjenigen flüßigen Materien wirklich statt findet, deren Elasticität unmerklich ist, wie beym Wasser, Weingeist, Oelen, geschmolzenen Metallen u. s. w., welche daher auch **tropfbare Flüßigkeiten** (liquida, *liquides*) genennt werden. Die stärker elastischen werden natürlicher Weise eben durch ihre Elasticität dieser Eigenschaft beraubt, und heißen **elastische Flüßigkeiten**, dergleichen die Dämpfe und Gasarten sind. Ohne Zweifel würden sie auch tropfbar seyn, wenn sie sich nicht stets nach allen Seiten auszubreiten strebten.

5. Die tropfbaren Flüßigkeiten nehmen, wenn sie in Ruhe sind, eine völlig ebne und wagrechte Oberfläche an, mit der das Bleyloth oder die Richtung der Schwere überall rechte Winkel macht. Dies ist eine Folge des geringen Zusammenhangs und der Feinheit der Theile, welche sich auf jeder

schiefen Ebne von selbst losreissen und herabfließen, daher das Ganze nicht eher in Ruhe kömmt, als bis seine Oberfläche eine völlig wagrechte Ebne ist. Daß bey den elastischen Flüßigkeiten dieses nicht statt finde, fällt von selbst in die Augen.

Descartes sucht das Wesen der flüßigen Körper in einer beständigen innern Bewegung ihrer Theile; dagegen sieht er den Zusammenhang der festen Körper als eine Folge der Ruhe ihrer Theile an; **Boerhaave** aber hat weit richtiger das Feuer für die Ursache aller Flüßigkeit gehalten.

Unzählbare Beyspiele belehren uns, daß Festigkeit und Flüßigkeit keine wesentlichen Eigenschaften, sondern bloße Zustände der Körper sind. Sehr viele feste Körper werden durch die Wirkung des Feuers **geschmolzen**, oder in flüssige verwandelt; sehr viele flüßige hingegen bringt die Entziehung der Wärme zum **Gefrieren**, d. i. in den festen Zustand. Man hat also Gründe genug anzunehmen, daß die meisten Körper wesentlich weder fest noch flüßig sind, daß sie vielmehr nur durch den Ueberfluß der Wärme in den flüßigen Zustand versetzt werden, und daß also das **Feuer** die Ursache ihrer Flüßigkeit ist. Vielleicht bewirkt es die Flüßigkeit durch das Dazwischentreten seiner Theile zwischen die Theile der Körper, wodurch der Zusammenhang der letztern geschwächt wird.

Daß das Feuer nicht alle feste Körper flüßig macht, kömmt wohl nur daher, weil es viele derselben eher zersetzt, als schmelzt.

Man unterscheidet Grade der Flüßigkeit. Ein Körper ist flüßiger, wenn sich seine Theile leichter trennen, und beym Ausgießen mehr und kleinere Tropfen bilden. Ein stärkerer Grad des Feuers bewirkt unter gleichen Umständen auch einen höhern Grad der Flüßigkeit.

Körper, welche sich schon im flüßigen Zustande befinden, können wieder andere feste Körper durch die Auflösung in eben diesen Zustand versetzen. Es giebt Substanzen, welche nicht unmittelbar durchs Feuer, wohl aber durch andere Flüßigkeiten flüßig werden. So werden die Gummiarten vom Feuer eher zerstört, als geschmolzen, ob sie sich

gleich im Wasser auflösen; Salze, Metalle, Harze u. s. w. schmelzen am Feuer, und werden auch durch Flüßigkeiten aufgelöset. Man unterscheidet beyde Arten des Flüßigwerdens durch die Namen: **Schmelzung** und **Auflösung**.

Die mechanischen sowohl als chymischen Erscheinungen, welche sich an den flüßigen Körpern zeigen, sind von den Phänomenen der festen Körper gänzlich verschieden (man s. z. B. den Art. **Druck**), so wie sich wiederum die Erscheinungen der tropfbaren und der elastischen Flüßigkeiten wesentlich unterscheiden. Darauf gründet sich die Eintheilung der Wissenschaften, welche die Kräfte und Bewegungen der Körper untersuchen, wobey man Statik, Mechanik, Dynamik von Hydrostatik, Hydraulik und Hydrodynamik, ingleichen von Aerostatik, Pneumatik und Aerodynamik unterscheidet. Die Chymie bewirkt fast alle Zerlegungen und Verbindungen der Körper durch Versetzungen derselben in den flüßigen Zustand.

Macquer chym. Wörterb. Art. Flüßigkeit.

Flüßigkeit, Fluiditas, *Fluidité*. Der Zustand des flüßigen Körpers, s. den vorigen Artikel.

Sehr oft wird auch unter dem Worte: **Flüßigkeit** der flüßige Körper selbst, das Fluidum, verstanden. So sagt man: elastische Flüßigkeiten, tropfbare Flüßigkeiten.

Fluß, Fluxus, *Flux*. Dieses Wort bedeutet bisweilen soviel als **Schmelzung**. Ein Erz ist in sehr dünnem Flusse, heißt eben soviel, als: es ist vollkommen geschmolzen.

Man belegt aber auch mit dem Namen der **Flüsse** die salzigen Beymischungen, durch welche die Schmelzung strengflüßiger Erze befördert wird. Die fixen Laugensalze, der Salpeter, Borax, Weinstein und das gemeine Salz sind die gewöhnlichsten. Sollen dergleichen Flüsse zu Reducirung der Metalle dienen, so müssen sie zugleich viel Brennbares enthalten; daher kan man nach Gellerts Vorschlage acht Theile gepülvertes Glas, einen Theil calcinirten Borax und einen halben Theil Kohlenstaub mit Vortheil gebrauchen.

Die Vermischungen von Salpeter und Weinsteln heissen insbesondere, wenn man sie nicht hat verpuffen lassen, **roher Fluß**, die verpufte von 2 Theilen Weinstein und 1 Theil Salpeter **schwarzer Fluß** oder **Reducirfluß**, die ebenfalls verpufte von gleichen Theilen Salpeter und Weingeist **weißer Fluß**. Diese werden zum Probiren und andern Arbeiten im Kleinen gebraucht.

Macquer chym. Wörterb. durch Leonhardi, Art. Fluß.

Flußspathsäure, **Spathsäure**, Acidum fluoris mineralis, *Acide spathique*. Diejenige besondere mineralische Säure, welche aus der Destillation des Flußspaths mit andern Säuren erhalten wird. Durch eine von **Marggraf** (Mem. de l' Acad. de Berlin 1768.) vorgenommene Destillation des Flußspaths ward **Scheele** (Schwed. Abhandl. auf d. J. 1771 und in **Crells** Chymischem Journal, Th. II. S. 102. u. f.) zur Entdeckung und weitern Untersuchung dieser Säure veranlasset.

Sie giebt mit den Laugensalzen gallertartige Auflösungen, und insbesondere mit dem flüchtigen eine, aus der man in gläsernen Gefäßen eine wahre Kieselerde, und aus dem Anschießen der drüber stehenden Feuchtigkeit den **Flußspathsalmiak** erhält. Die Kalkerde löst sich in der Flußspathsäure vollkommen auf; die Auflösung erhält nach der Sättigung ein gallertartiges Ansehen und setzt einen wirklichen **reducirten Flußspath** ab. Mit der Bittersalzerde verbindet sie sich innig, und erzeugt ein in Wasser und allen Säuren unauflösliches Salz von einer eignen Krystallisation, das **Flußspathbittersalz**.

Die merkwürdigste Eigenschaft dieser Säure aber ist, daß sie die sonst in Säuren ganz unauflösliche **Kieselerde** auflöset, und daher auch bey den Destillationen das Glas angreift. Dies ist anjetzt außer Zweifel gesetzt, daher auch die Eigenthümlichkeit der Flußspathsäure nicht weiter bestritten werden kan, obgleich **Priestley** und **Monnet** sie sonst für eine modificirte Vitriolsäure, **Boulanger** und **Abilgaard** für eine Kochsalzsäure, **Sage** und **Bose d' Antic** für eine Phosphorussäure halten wollten. Die Kieselerde

verwandelt aber diese Säure in kein Mittelsalz. Das Wasser vermindert ihre Anziehung gegen die Kieselerde; daher setzt sie bey der Destillation das aufgelöste Glas der Gefäße, sobald sie das Wasser der Vorlage berührt, in Gestalt einer **erdichten Rinde** ab, deren wahren Ursprung Herr **Wiegleb** (Crells neuste Entdeckungen, Theil I. S. 3.) zuerst entdeckt hat. Am stärksten löset sie die Kieselerde in der Dampf- und Luftgestalt auf, s. **Gas, flußspathsaures.** Aus der Auflösung der Kieselerde in wäßrichter Flußspathsäure sahe **Bergmann** (Opusc. chem. argum. Voll. II. p. 33.) nach zwey Jahren wahre **Bergkrystallen** entstehen.

Sie wirkt auch auf einige Metalle und Halbmetalle, als Silber, Bley, Eisen, Kupfer, Quecksilber, Wismuth, Zink, und die Kalke des Zinns, Kobalts und Nickels, und giebt damit Mittelsalze, welche die Namen des Silberflußspathsalzes u. s. w. führen.

Leonhardi in Macquers chym. Wörterb. Art. Spathsäure.

Gren systematisches Handbuch der Chemie, Halle 1787. gr. 8. §. 998. u. f.

Flußspathsaure Luft, s. **Gas, flußspathsaures.**

Fluth, s. **Ebbe und Fluth.**

Folge der Zeichen, Ordo signorum caelestium, Consecutio signorum, *Ordre des signes.* Wenn man von den wirklichen Bewegungen der Himmelskörper redet, und die Richtung derselben angeben will, so kan man die Ausdrücke: **von Abend gegen Morgen, von der Rechten zur Linken** ꝛc. nicht allemal ohne Zweydeutigkeit gebrauchen. Man wählt daher lieber die Ekliptik zum Wegweiser, und nennt die Richtung, nach welcher die zwölf himmlischen Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge ꝛc. s. **Ekliptik**, auf einander folgen, die **Folge der Zeichen**, und sagt von einem Gestirn, dessen Bewegung aus dem Widder in den Stier ꝛc. gehet, es bewege sich nach der Folge und Ordnung der Zeichen (in consequentia, *selon l' ordre des signes*), so wie man von der entgegengesetzten Bewe-

gung aus dem Widder in die Fische ɛc. sagt, sie erfolge der **Ordnung der Zeichen entgegen** (in antecedentia s. praecedentia, *contre l'ordre des signes.* Wenn ein Gestirn der Ordnung der Zeichen zu folgen scheint, so heißt seine Bewegung **rechtläufig** (directus, *directe*), im entgegengesetzten Falle **rückläufig** (retrogradus, *retrograde*).

Taf. IX. Fig. 34. laufe ein Himmelskörper im Kreise um S nach der Richtung ABCDE, welche zugleich die Folge der Zeichen sey. Ueber der Ebne des Papiers liege der Nordpol, unter ihr der Südpol. Man stelle sich nun einen Zuschauer vor, der, wie wir, sein Haupt stets gegen den Nordpol, oder der Figur nach, oberwärts kehret. Dieser Zuschauer stehe, wo er wolle, so ist er doch innerhalb der Grenzen des unendlich entfernten Fixsternhimmels, von welchem a b, d e Theile vorstellen mögen. Er mag sich also nach a b oder nach d e kehren, so geht ihm die Folge der Zeichen a b und d e immer von der **Rechten zur Linken.** In unsern Ländern also werden rechtläufige Bewegungen dem, der sie betrachtet, von der Rechten zur Linken gehen. In den Südländern hingegen geht die Folge der Zeichen von der Linken zur Rechten, wie man sogleich übersieht, wenn man in der Figur den Zuschauer auf den Kopf stellt.

Nun kömmt es aber auch noch darauf an, ob der Zuschauer, der die Bewegung im Kreise ABCDE betrachtet, innerhalb oder außerhalb dieses Kreises steht. Steht er innerhalb, so wird ihm, (wofern er nur seinen Ort nicht ändert) die Bewegung überall nach der Folge der Zeichen erscheinen. Der Körper, der durch AB geht, wird ihm von a nach b, und wenn er durch DE geht, von d nach e zu laufen scheinen. Steht er aber außerhalb, wie in T; so wird ihm zwar die Bewegung durch AB nach der Folge der Zeichen, oder bey uns von der Rechten zur Linken, die durch DE aber von der Linken zur Rechten, oder gegen die Folge der Zeichen erscheinen. In den Südländern findet eben das statt, nur mit Verwechselung der rechten und linken Seite. Die scheinbare Bewegung ist also für diesen

Fall in der gegen den Zuschauer gekehrten Hälfte der Bahn CDE rückläufig, ob gleich die wahre Bewegung eben sowohl als bey AB der Ordnung der Zeichen folgt.

Weil **wir** in den Nordländern Sonne, Mond und alle Planeten und Nebenplaneten, so wie die himmlischen Zeichen selbst, stets gegen Mittag sehen, so haben wir bey Betrachtung derselben den Abend zur Rechten, den Morgen zur Linken. Also geht uns die Folge der Zeichen auch **von Abend gegen Morgen.** Auch den Bewohnern der Südländer geht sie auf diese Art; sie sehen nemlich die Ekliptik, Sonne rc. gegen Norden, und haben dabey den Abend zur Linken rc.

Diejenigen Himmelskörper also, deren Bahnen uns umschließen, scheinen uns, wenn sie nach der Ordnung der Zeichen gehen, stets von Abend gegen Morgen fortzurücken (wofern wir selbst unsern Ort nicht ändern). Für diese ist also bey uns jeder dieser Ausdrücke: nach der Zeichenfolge, von der Rechten zur Linken, von Abend gegen Morgen, gleichgeltend, wie beym Mond, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus.

Die aber, deren Bahn wir von außen her betrachten, scheinen uns, wenn sie der Ordnung der Zeichen folgen, nur in der entferntern Hälfte ihrer Bahn von Abend gegen Morgen, in der uns zugekehrten Hälfte aber von Morgen gegen Abend zu gehen. Hier sind also jene Ausdrücke nicht mehr gleichgeltend. Dies ist der Fall beym Merkur, der Venus, beym Umlaufe der Jupiters- und Saturnsmonden um ihre Hauptplaneten, und bey den Bewegungen der Sonnen- und Planetenflecken.

Die Sonnenflecken z. B. gehen stets von **Morgen gegen Abend** durch die Sonnenscheibe. Man schließt aber dennoch daraus sehr richtig, daß sich die Sonne nach der Folge der Zeichen um ihre Axe drehe, eben darum, weil wir diese Flecken nie anders, als in der uns zugekehrten Hälfte ihres Umdrehungskreises sehen, in welcher sich eine rechtläufige Bewegung jederzeit rückläufig darstellt.

Alle Planeten laufen um die Sonne, auch alle Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten, **nach der Folge der**

Zeichen, und nach eben der Richtung drehen sich auch alle Weltkörper, von denen es bekannt ist, um ihre Axen. Das heißt soviel, als: Alle Kreisläufe im Sonnensystem sind so gerichtet, daß sie einem Zuschauer, der **innerhalb** des Kreises steht, und das Haupt gegen die **nördlichen** Fixsterne kehrt, **von der Rechten zur Linken** gehen.

Fontaine, s. **Springbrunnen**.

Fossilien, Fossilia, *Fossiles*. Diesen Namen führen im weitläuftigsten Verstande alle aus der Erde gegrabne natürliche Körper, zu welchem der drey Naturreiche sie auch gehören mögen. So rechnet man das gegrabne Elfenbein (ebur fossile), die unter der Erde gefundenen Thierknochen, Conchylien, das gegrabne Holz u. dgl. zu den Fossilien.

Im eingeschränktern Verstande bezeichnet dies Wort die unorganischen Körper des Mineralreichs, s. **Mineralien**.

Friction, s. **Reiben**.

Frictionsmaschine, s. **Reiben**.

Frost, Frigus glaciale, Gelu, *Gelée*. Derjenige Zustand des Luftkreises, bey welchem das Wasser und andere gewöhnlich flüßige Körper in den Zustand der Festigkeit übergegangen oder **gefroren** sind, s. **Gefrierung**.

Wenn an irgend einem Orte der Erde die freye Luft so stark erkältet wird, daß sie dem Wasser Wärme oder Feuer genug entziehet, um ihm dadurch seine Flüßigkeit zu rauben und es in **Eis** zu verwandeln, so sagt man, es friere, es trete ein Frost ein. Der hiezu erforderliche Grad der Temperatur ist, soviel man bis jetzt weiß, jederzeit und an allen Orten einerley, s. **Thermometer**, und bestimmt den Anfang des Frostes.

Bey zunehmender Kälte wird auch der Frost stärker; es gefrieren Liquoren, die bey der Temperatur des Eispunkts noch flüßig blieben, der Frost dringt durch die Mauern der Gebäude, selbst schnelle Ströme gefrieren auf der Oberfläche entweder zum Theil oder ganz bis auf eine

gewisse Tiefe, je nachdem die Kälte heftiger und anhaltender ist.

Fröste bey heiterm Himmel heißen **helle Fröste** (*belles gelées*). Bey starken Frösten scheint die Sonne etwas blässer, und die Luft ist nicht so heiter, als an gewissen Wintertagen, deren Kälte mäßiger ist. Theils dünstet bey starker Kälte das Eis beträchtlich aus, s. **Eis**, theils werden die Dünste auch in einer mäßigen Höhe schon genug verdichtet, um die Durchsichtigkeit der Luft zu hindern. Eben darum sind die hellen Fröste in der Nachbarschaft von Seen und großen Flüssen selten, weil die Kälte daselbst insgemein mit Nebeln begleitet ist.

Starke Winde hindern die Entstehung des Eises, theils weil sie das Wasser in Bewegung setzen, theils auch, weil sie allezeit die Kälte ein wenig vermindern. Obgleich der Nordwind gewöhnlich Fröste bringt, so sind sie doch, wenn er heftig ist, bey weitem nicht die stärksten. Ein schwacher trockner Wind ist dem Gefrieren am vortheilhaftesten.

Nie ist ein starker Frost für Pflanzen und Bäume verderblicher, als wenn er plötzlich auf Thauwetter, oder langen Regen folgt. Unter diesen Umständen haben die Theile der Pflanzen viel Wasser eingesogen, das nun in ihren kleinen Röhrchen gefriert, die Fibern und den ganzen organischen Bau, selbst des härtesten Holzes, zerreißt, und oft die stärksten Bäume mit einem heftigen Knalle zersprengt. So erfroren im strengen Winter des Jahres 1709 fast alle Oel- und Fruchtbäume in Languedoc und der Provence. Die stärksten und ältesten Bäume erstarben am häufigsten, weil ihre schon zu unbiegsamen Fibern der Ausdehnung des Wassers beym Gefrieren am wenigsten nachgeben konnten. Dies ist also eine Folge der Ausdehnung beym Gefrieren, wie die Zersprengung der Gefäße, s. **Eis**.

Auch die Früchte erfrieren in starken Wintern. Gewöhnlich verlieren sie dabey ihren Geschmack, und faulen, sobald sie wieder aufthauen. Indem die wäßrichten Theile, die sie in so großer Menge enthalten, zu Eis werden, und

sich ausdehnen, zerreißen sie die kleinen Gefäße und zerstören die Organisation.

Selbst am thierischen Körper ereignen sich in den kalten Ländern ähnliche Erscheinungen. Nicht selten sieht man Leute, die durch einen starken Frost die Nase oder die Ohren verlohren haben. Sogar in den gemäßigtern Klimaten finden sich Beyspiele hievon. Das einzige Mittel, ein erfrornes Glied zu erhalten, ist, daß man es nur sehr langsam wieder aufthauen läßt, daß man es z. B. eine Zeit lang in Schnee steckt, ehe es einer mildern Temperatur ausgesetzt wird. Eben so kan man auch erfrorne Früchte erhalten. Ein allzuschnelles Aufthauen läßt den Theilen des erfrornen Körpers nicht Zeit, die Anordnung wieder anzunehmen, aus der sie das Gefrieren gebracht hat, und die gehörige Organisation wiederherzustehen.

Nollet Leçons de physique, To. IV. p. 136. sqq.
Brisson Dict. raisonné de phys. art. *Gelée*.

Frostpunkt, s. Thermometer.

Frühling, Frühjahr, Lenz, Ver, *Printems*. Eine der vier Jahrszeiten, welche nach dem Winter und vor dem Sommer fällt, von dem Tage anfängt, an welchem die Sonne beym Aufsteigen in den Aequator tritt, und sich mit dem endiget, an welchem sie zu Mittag ihren höchsten Stand im Jahre erreichet. Da bey uns die aufsteigenden Zeichen vom Steinbock bis zum Krebse gehen, und diese Hälfte der Ekliptik vom Aequator im Anfangspunkte des Widders durchschnitten wird, so bestimmt der Eintritt der Sonne in den Widder den Anfang, und der in den Krebs das Ende des Frühlings, der also bey uns um den 20 März mit der Nachtgleiche anfängt, und um den 21 Jun. mit dem längsten Tage aufhört, s. **Ekliptik.**

In der südlichen gemäßigten Zone enthält die andere Hälfte der Ekliptik die aufsteigenden Zeichen, daher der Frühling mit der Nachtgleiche um den 23 Sept. anfängt, und mit dem längsten Tage den 21 Dec. aufhört.

Unter dem Aequator und in der heißen Zone lassen sich die Jahrszeiten so regelmäßig nicht abtheilen, und man

hat dabey mehr die nasse und trockne Zeit zu unterscheiden. Auch bey uns bezieht man im gemeinen Leben die Benennungen der Jahrszeiten mehr auf Temperatur und Witterung, als auf den Stand der Sonne; da nun jene nicht von diesem allein abhängen, so läßt sich der Anfang der Jahrszeiten in diesem Sinne wegen der mitwirkenden veränderlichen Ursachen nicht genau angeben. So versteht man unter Frühling die unbestimmte Zeit, binnen welcher die Kälte aufhört, die Temperatur allmählich milder und wärmer wird, und die erstorbne Natur wieder auflebt.

Frühlingsnachtgleiche, Aequinoctium vernum, *Equinoxe du printems.* Die Zeit, zu welcher die Sonne im Aufsteigen den Aequator erreicht, an allen Orten der Erde den Tag der Nacht gleich macht, und in unserer gemäßigten Zone den Anfang des Frühlings bestimmt. Die Sonne steht alsdann in einem Punkte des Aequators selbst, beschreibt den Aequator als ihren Tagkreis, und ist daher, weil ihn jeder Horizont zu gleichen Theilen schneidet, überall 12 Stunden sichtbar und 12 Stunden unsichtbar. Es geschieht dies bey ihrem Eintritt in den Widder, welcher jährlich um den 21 März erfolgt.

Frühlingspunkt, Widderpunkt, erster Punkt des Widders, Anfangspunkt der Ekliptik und des Aequators, Punctum aequinoctii verni, Punctum primum arietis, *Equinoxe du printems*, *Premier point du Bélier.* Derjenige Durchschnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, in welchem die Sonne bey ihrem scheinbaren jährlichen Umlaufe um den 21 März oder zu Anfange des Frühlings tritt, indem sie aus der südlichen Halbkugel in die nördliche aufsteigt. Ehedem stand an dieser Stelle das Sternbild des Widders, daher man den nächsten 30 Graden der Ekliptik, von diesem Punkte an gegen Morgen gerechnet, den Namen des Widders beylegte. Hieraus erklären sich die angeführten Benennungen, welche beybehalten werden, obgleich der Punkt selbst schon längst die Sterne des Widders verlassen hat, und anjetzt unter den Sternen der Fische steht.

Dieser Punkt, der mit 0° ♈ bezeichnet wird, ist einer der merkwürdigsten am Himmel. Man hat ihn zum Anfangspunkte der beyden Kreise, die sich in ihm durchschneiden, angenommen, und zählt sowohl die Grade des Aequators, als die Zeichen und Grade der Ekliptik, von ihm aus gegen Morgen zu, s. **Folge der Zeichen.** Also ist für ihn die Länge und Rectascension sowohl als die Breite und Abweichung = 0. Seine jetzige Stelle fällt zwischen den südlichen Fisch und den Schwanz des Wallfisches unter Sterne von sehr geringer Größe. Durch ihn und die Weltpole geht der **Kolur der Nachtgleichen**, s. **Koluren**, durch ihn und die Pole der Ekliptik der erste Breitenkreis.

Funkeln oder Blinkern der Fixsterne,

Scintillatio fixarum, Radians fixarum splendor, *Scintillation des étoiles fixes.* Das lebhafte Zittern, wodurch sich das Licht der Fixsterne von dem oft stärkern, aber doch mattern und stillen Lichte der Planeten unterscheidet.

Wir sehen die Fixsterne nicht immer gleich stark funkeln; niedrig am Himmel blinkern sie weit stärker, als in der Höhe, und bey dunstiger Luft mehr, als wenn dieselbe rein ist. Es ist also bald zu vermuthen, daß das Funkeln der Sterne von der Beschaffenheit des Luftkreises abhänge. Das starke Licht der Fixsterne nemlich muß durch die im Luftkreise befindlichen Dünste, welche in beständiger Bewegung sind, hindurchgehen; daher werden die Lichtstralen durch die Brechungen in eine zitternde Bewegung gebracht, welche uns die Sterne selbst gleichsam als bewegliche Punkte zeigt. Dies haben die Beobachtungen in heissen und trocknen Ländern, z. B. im wüsten Arabien und am persischen Meerbusen, (Hamburg. Magazin, I B. S. 421.) bestätigt, wo man bey einem, fast immer heitern, Himmel die Sterne lebhaft glänzen, aber nicht funkeln sieht. Hieraus wird auch begreiflich, warum sie bey feuchter Luft und am Horizonte, wo ihr Licht durch mehr Dünste gehen muß, stärker funkeln.

Daß die Planeten nicht funkeln, rührt ohne Zweifel von der mindern Lebhaftigkeit ihres nur von der Sonne entlehnten Lichts, hauptsächlich aber von ihren scheinbaren Durchmessern oder ihrer scheibenähnlichen Gestalt her, bey der man blos ein Zittern an den Rändern würde bemerken können. Wenn daher Jupiter und Venus ihrer Größe wegen noch so stark glänzen, so ist doch dieser Glanz vom Blinkern der Fixsterne merklich unterschieden. An der Sonne bemerkt man bisweilen am Horizonte das erwähnte Zittern der Ränder. Gute Fernröhre benehmen den Fixsternen das funkelnde Ansehen, obgleich das Licht des Sirius und der Sterne erster Größe noch so lebhaft bleibt, daß es auch im Fernrohre noch alle prismatische Farben spielt.

Vitellio (Opticae thesaurus Risneri. p. 449.) hat schon diese Erklärung des Blinkerns, so wie **D. Hook** (Micrographia, p. 231.). **Muſſchenbroek** (Introd. ad philos. nat. Vol. II. §. 1741.) will zwar einen Theil davon in der Wirkung ihres lebhaften Lichts aufs Auge suchen; dann müßten sie aber um das Zenith am stärksten funkeln, weil ihr Licht von daher am ungeschwächtesten ins Auge kömmt. **Michell** sucht die Ursache in einer ungleichen Dichte des von den Sternen ausgehenden Lichts; noch andere haben sie darinn finden wollen, weil unzählbare in der Luft schwebende Stäubchen die Fixsterne, die nur als Punkte erscheinen, unaufhörlich verdeckten und wieder erscheinen ließen. Ein solches Stäubchen müßte aber wenigstens so groß, als der Augenstern seyn.

Bode, Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. Dritte Aufl. Berlin, 1777. gr. 8. S. 589 u. f.

Priestley Geschichte der Optik, S. 14. 131. 372.

Funken, Scintilla, *Etincelle.* Ein kleiner brennender oder glühender Körper, der durch irgend eine Kraft von einer größern Masse losgerissen wird. Bey einem stark brennenden Feuer treiben die von der Hitze verursachten Explosionen eingeschlossener Luft und Dämpfe oft kleine losgerissene Stücken der brennenden Materie in die Höhe. Sie fliegen in die Luft, wie kleine Aerostaten, weil die in ihnen noch eingeschloßne Luft stark erhitzt, also bey mehr spe-

cifischer Elasticität doch leichter als die atmosphärische ist. Daher das Umherfliegen der Funken bey Feuersbrünsten. Aus gleichem Grunde sprüht ein glühendes Eisen, zumal in dephlogistisirter Luft, häufige Funken umher.

Die Funken beym Feuerschlagen sind Stückchen Stahl, welche durch den Schlag losgerissen, von dem durch das heftige Reiben frey gewordenen Feuer glühend gemacht, oft sogar mit Theilchen des Steins zusammengeschmolzen oder verschlackt sind. Man entdeckt sie durchs Mikroskop, wenn man Feuer auf ein untergelegtes Papier geschlagen hat, in der Gestalt kleiner Kügelchen. Ihrer großen Geschwindigkeit halber scheint ein sehr merklicher Theil ihres Weges auf einmal zu leuchten, daher stellen sie sich als leuchtende Fäden von einiger Länge dar.

Funken, elektrischer, Scintilla electrica, *Etincelle électrique.* Diejenige elektrische Erscheinung, da die Elektricität eines Körpers in einen andern in Gestalt eines schmalen Lichtcylinders übergeht, welcher bey Tage sichtbar und mit einem knisternden Laute begleitet ist, aber im Augenblicke seiner Entstehung plötzlich wieder verschwindet. Es geschieht durch den Funken jederzeit eine **Mittheilung** der Elektricität, s. **Elektricität** unter dem Abschnitte: **Mittheilung** (I. Th. S. 733.).

Der elektrische Funken zeigt sich blos zwischen stumpfgeendeten oder abgerundeten Körpern, am lebhaftesten dann, wenn sie beyde Leiter und auf entgegengesetzte Art elektrisirt sind; obgleich auch sehr starke Funken entstehen, wenn nur der eine Körper stark elektrisirt, der andere aber im natürlichen Zustande oder wohl gar gleichartig mit jenem, aber schwach elektrisirt ist. Bringt man solche Körper gegen einander, so sieht man zuerst zwischen ihnen ein unordentlich gebildetes Licht. Nähert man sie aber noch mehr an einander, so bricht der Funken aus. Die Weite, in der dieses zuerst geschieht, heißt die **Schlagweite**: sie ist desto größer, je mehr der elektrische Zustand beyder Körper unterschieden ist. Wenn man die Funken aus einem mit einer Elektrisirmaschine verbundenen ersten Leiter zieht, so

sind sie desto stärker, je mehr Oberfläche der Leiter hat, und je mehr er in die Länge ausgedehnt ist; auch erhält man die stärksten aus dem von der Maschine abgekehrten Ende des Leiters. Der P. **Gordon** in Erfurt verstärkte durch einen 200 Ellen langen dicken Eisendrath den Funken so sehr, daß er Vögel dadurch tödtete. Läßt man den Funken in den Finger oder irgend einen Theil des Körpers gehen, so verursacht er eine schmerzhafte Empfindung, erschüttert auch wohl, wenn er sehr stark ist, den ganzen Körper. Eben so empfindet man den Funken, wenn man sich selbst isolirt hat und elektrisiren läßt, und dann von einem andern berührt wird, oder selbst einen Leiter berührt. Ist der Funken stark genug, so kan man dadurch leicht entzündliche Körper, z. B. Weingeist, zumal wenn er warm ist, eine Kerze, die eben vorher gebrannt hat u. dgl. anzünden; am leichtesten brennbare Luft mit atmosphärischer oder dephlogistisirter vermischt, worauf sich verschiedene Werkzeuge gründen, s. **Lampe**, **Pistole**, elektrische.

Die Elektricität geht bey der Mittheilung durch den Funken wahrscheinlich als ein kleiner sphärischer Körper über, und sollte wie ein leuchtendes Kügelchen erscheinen. Ihre **Geschwindigkeit** aber ist so groß, daß ihr ganzer Weg auf einmal zu leuchten scheint, und also die Erscheinung eines Lichtcylinders darstellt. Eben diese Geschwindigkeit macht es unmöglich, die Richtung des Funkens zu unterscheiden, von dem man daher nie sagen kan, aus welchem Körper er komme, und in welchen er gehe. Nach **Franklin's** Theorie soll er freylich aus dem positiv elektrisirten Körper kommen, und in den negativ elektrisirten hineingehen. Aber die Erfahrung belehrt uns ganz und gar nicht darüber, und die Funken aus negativen Conductorn sehen völlig eben so aus, wie die aus positiven.

Aus sehr starken Funken großer Maschinen strömen bisweilen Feuerbüschel nach allen Seiten aus. Sehr oft brechen sich die Funken, zumal die längern, unter spitzigen Winkeln und bilden ein Zikzak, wie man dies auch am Wetterstrale sieht. Dies rührt von den feuchten oder leitenden Theilen her, die in der Luft nahe an ihrem Wege lie-

gen, und auf die sie zugehen, um den Weg zu wählen, wo sie den wenigsten Widerstand antreffen.

Die stärksten Funken unter allen bisherigen von 24 Zoll Länge und der Dicke eines Federkiels, hat die Maschine im Teylerischen Museum zu Haarlem gegeben (s. dieses Wörterb. Th. I. S. 799.). Sie werden weit länger, wenn man sie an der Oberfläche eines schlechten Leiters hingehen läßt. Auf diese Art gab die gedachte Maschine Funken von 6 Fuß Länge. Die Länge der Funken zu messen, haben **Groß** (Elektrische Pausen, Leipzig, 1776. 8.), **le Roy** (Mém. de l' acad. de Paris 1766. p. 541.). und **Langenbucher** (Beschreibung einer verbess. Elektrisirmaschine, Augsp. 1780. 8. S. 46.) eigne Werkzeuge unter dem Namen **Funkenmesser** (*Spintherometre*) angegeben. Sie bestehen aus Kugeln, die man längst einem Maaßstabe verschieben, und dadurch ihre Entfernung vom Conductor, der ihnen Funken giebt, abmessen kan.

Johann Friedrich Groß hat in der eben angeführten Schrift zuerst ein besonderes Phänomen der elektrischen Funken angezeigt, das er mit dem Namen der **elektrischen Pausen** belegt. In einiger Entfernung vom elektrisirten Körper hören unter gewissen Umständen die Funken auf; in einer größern Entfernung kommen sie wieder. **Nairne** (Phil. Tr. Vol. LXVIII.) hat nachher eben dies bemerkt, s. dieses Wörterbuchs I. Theil, S. 393. Vielleicht ist es die Wirkung einer zwischen beyden Körpern entstandnen Ladung der Luft.

Die Entstehung des elektrischen Funkens wird aus der Theorie der Elektricität sehr leicht erklärt. Wenn ein Körper z. B. +E hat, und ein anderer, der weniger +E, oder 0 oder —E hat, in seinen Wirkungskreis kömmt, so wird auf der jenem zugekehrten Stelle des letztern die entgegengesetzte Elektricität erweckt, d. h. sein +E wird abgestoßen, und sein —E wird frey und gegen diese Seite gezogen. Nun entsteht zwischen beyden eine starke Anziehung, die leichte Körper sogar fortreißt. Nähert man beyde noch mehr, so wird diese Anziehung noch stärker, bis endlich die zwischen beyden E liegende Luftscheibe dünn ge-

nug ist, um mit den E durchbrochen zu werden. Alsdann gehen beyde E in sichtbarer Gestalt in einander über, sättigen sich und bringen beyde Körper ins Gleichgewicht. Nicht-leiter, welche die Elektricität nur schwer verlieren und annehmen, geben nur kleine Funken, oder nur stechendes Licht mit Knistern, Leiter hingegen veranlassen stärkere Funken. Was die Abstumpfung der Enden hiebey thut, findet man im Art. Spitzen.

Die ersten Beobachter des elektrischen Lichts, Boyle, Otto von Guericke, D. Wall, und Hawksbee sahen es blos an Nicht-leitern, und bemerkten gleichsam nur einen Schimmer und das Knistern davon. D. Wall fühlte doch schon, daß das Licht des geriebnen Bernsteins den Finger auf eine empfindliche Art, mit einem plötzlichen Stoße, oder mit einem Blasen, wie ein Wind, treffe. Hawksbee nennt den Schall ein Schnappen (Snapping), und die Wirkung auf den Finger eine Art von Druck (a kind of pressure). Funken aus einem Leiter sahe Gray zuerst, da er seine geriebne Glasröhre gegen die Oberfläche des Wassers in einem Gefäße brachte (Phil. Trans. 1730.). Er erzählt, es sey ein feiner Stral aus dem Wasser hervorgekommen. Die eigentliche Entdeckung des Funkens aber gehört dem du Fay, welcher ihn im Jahre 1732 zuerst aus seinem eignen Körper zog (Mém. de Paris 1733.). Er sowohl, als die, die ihn berührten, empfanden einen Schmerz, wie von einem Nadelstiche, oder vom Brennen eines Funkens, der durch die Kleider eben so, wie auf die bloße Haut, wirkte, und im Dunkeln sahe man den Funken sehr deutlich. Nollet, der damals du Fay's Schüler war, sagt (Leçons de phys. Vol. VI. p. 408.), er werde die Bestürzung nie vergessen, in die der erste Funke aus dem menschlichen Körper du Fay und ihn versetzt habe. Er fand hernach, daß man aus Metallen noch stärkere Funken erhielte, wodurch Gray veranlaßt wurde, metallne Conductoren oder erste Leiter anzubringen, die ihm so starke Funken aus Wasser gaben, daß er die Aehnlichkeit mit dem Blitze im voraus ahndete, (s. dieses Wörterb. I. Th. S. 748.).

Die deutschen Naturforscher, insbesondere **Gordon** in Erfurt, verstärkten die Funken noch mehr, und bemühten sich, brennbare Stoffe dadurch zu entzünden. **D. Ludolf** in Berlin und **Winkler** in Leipzig waren die Ersten, denen es im Jahre 1744 gelang, Weingeist anzubrennen; **Gralath** in Danzig entzündete den Dampf einer eben verloschenen Kerze, und **Bose** in Wittenberg den von geschmolzenem Schießpulver. **D. Watson** wiederholte diese Versuche, und fand, daß die Entzündung auch von statten gehe, wenn eine elektrisirte Person den Weingeist hält, und eine unelektrisirte den Finger daran bringt, d. h. daß negative Funken eben sowohl als positive zünden.

Bald hierauf gab die Entdeckung der leidner Flasche den Naturforschern ein Mittel, weit stärkere Wirkungen hervorzubringen, als der Funken der einfachen Elektricität zu thun vermögend ist. Man ist daher auf die Verstärkung desselben nicht mehr so sehr bedacht gewesen. Der Abt **Nollet** hat verschiedene Spielwerke, die man damit machen kan, z. B. im Dunkeln leuchtende Buchstaben und andere Figuren darzustellen, sehr umständlich beschrieben (Lettres sur l'electricité, To. II. à Paris 1760. 12mo Lettr. 22. p. 274. sq.). Die neuern, größern und besser eingerichteten Maschinen haben inzwischen einfache Funken verschafft, deren Wirkungen der verstärkten Elektricität nicht viel nachgeben.

Priestley Geschichte der Elektr. durch Krünitz, an mehreren Stellen.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 521 — 523.

Cavallo Vollst. Abhandl. der Lehre v. der Elektr. Dritte Aufl. S. 7. 34.

Fuß, Schuh, Pes, *Pied.* Der Fuß oder Schuh ist das zur Messung gerader Linien angenommene Maaß, aus dessen Zusammensetzungen und Eintheilungen alle übrigen Längenmaaße entspringen. Es soll eigentlich die Länge des Fußes von einem im vollkommensten Verhältnisse gebildeten Manne seyn; das Unbestimmte hierinn aber macht, daß die Fußmaaße fast aller Orten von einander abweichen.

Diese unangenehme Verschiedenheit würde sich vermeiden lassen, wenn uns die Natur ein **allgemeines Längenmaaß** gegeben hätte, so wie sie uns durch die beständig gleiche Dauer des **Sterntags** oder der Umwälzung der Erde ein allgemeines Zeitmaaß verschafft. Aber in dem ganzen Umfange der Naturreiche findet sich nichts, was immer und überall mit einer gleichen unveränderlichen Länge hervorgebracht oder bestimmt würde; man trifft vielmehr in allen natürlichen Produkten und Bestimmungen Mannigfaltigkeit und Unterschiede der Größe an.

Nach vielerley fruchtlosen Vorschlägen, die **Weidler** (Diss. de nova mensura corporum universali, Witeb. 1727.) erzählt, und noch mit einem neuen vermehrt hat, glaubte **Huygens** (De horolog. oscill. prop. 25.) in der Länge des Secundenpendels ein allgemeines Maaß gefunden zu haben. Aber die Entdeckung, daß das Secundenpendel nicht überall gleich, sondern unter dem Aequator kürzer, als bey uns sey, vernichtete auch diese Aussicht, obgleich die Länge des Secundenpendels für einen bestimmten Ort, z. B. für Paris, oder um dem Aequator selbst zu gleichförmigen Bestimmungen der Maaße nach den Vorschlägen **Bouguers** (Figure de la terre, p. 300.) und **Condamine's** (Voyage de la riviere des Amaz. p. 202.) dienen könnte. Darauf bezieht sich der Wunsch des letztern in der Ausschrift eines Denkmals, das er in Peru wegen seiner Versuche über das Secundenpendel errichten ließ. Es ist darauf die Länge dieses Pendels unter dem Aequator in Stein gegraben mit den Worten: Mensurae naturalis exemplar, utinam et universalis!

Vom menschlichen Körper haben schon die Alten die Bestimmungen ihrer Maaße entlehnt, daher ihre digiti, palmae, pedes, cubiti, passus, orgyiae (Klaftern) benannt sind. Wie unrichtig die ältern deutschen Feldmesser hiebey zu Werke gegangen sind, sieht man aus **Jacob Köbels** Geometrey (Frf. 1584. 4. S. 4.), wo vorgeschrieben wird, „sechszehn Mann, klein und groß, wie die un„gefehrlich nach einander aus der Kirchen gehen, einen je„den vor den andern einen Schuh stellen zu lassen; dieselbi-

„ge lenge werde und solle seyn, ein gerecht gemein Meß„rute, damit man das Feld messen sol.“ Von so thörichten Bestimmungsarten mögen wohl die großen Unterschiede zwischen den Fußmaaßen, oft bey benachbarten Orten, zum Theil herrühren.

In den physikalischen Angaben kömmt am häufigsten der **pariser** oder **königliche Fuß** (pes Parisinus, *pied du Roi*) vor, der auch unter den übrigen der größte ist, und daher am bequemsten dienen kan, um alle andere damit zu vergleichen. Man theilt ihn in 12 **Zoll** (digitos, pollices, *pouces*), den Zoll in 12 Linien, die Linie noch in 10 oder 100, mithin den ganzen Fuß in 14400 Theile ein. In solchen Theilen lassen sich die Längen anderer Fußmaaße angeben, z. B. der **rheinländische** auch in Dänemark eingeführte Fuß, hält 13913, der **leipziger** 12529 solcher Theile.

Ein Verzeichniß der bekanntesten Fußmaaße mit dem pariser verglichen, liefert aus den besten Schriftstellern Herr **Mayer** (Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie. Göttingen, 1777. III. Th. 8. Erster Theil, S. 52.), lehrt auch zugleich den Gebrauch desselben zur Verwandlung der Maaße in einander sehr kurz und deutlich. Von den Fußmaaßen der Alten handeln **Snellius** (Eratosthenes Batav. L. II.), **Riccioli** (Geograph. reform. L. II.), **Eisenschmid** (De ponderibus et mensuris. Argent. 1708. 8.) und **Arbuthnot** (Tables of ancient Coins, Weights and Measures, London 1727. 4.).

Aus dem Fußmaaße entstehen durch Zusammensezzung und Theilung alle andern Längenmaaße. Zween Schuh oder Fuß geben die **Elle** (cubitum, *aune*), sechs Schuh die **Klafter**, den **Faden**, das **Lachter** (hexapoda, orgyiam, ulnam, *toise*, daher sechs pariser Schuh die in den physikalischen Angaben so oft vorkommende französische Toise ausmachen), 10, bisweilen auch 12, 15 oder 16 Schuh die **Ruthe** (decempedam). Eingetheilt wird der Fuß von den Werkleuten in 12, von den Geometern in 10 Zoll, so der Zoll in 12 oder 10 Linien. Die sächsischen **Feldmes-**

ser nehmen 15 leipziger Schuhe, (Werkschuhe) auf eine **Ruthe**, theilen aber diese (um von der Decimaleintheilung nicht abzuweichen) in 10 **geometrische Schuhe** ein, daher sich der geometrische Schuh zum Werkschuhe wie 15 : 10 oder wie 3 : 2 verhält. Diesen geometrischen Schuh theilen sie in 10 Zolle, dagegen die Werkleute den Werkschuh in 12 Zolle theilen. So verhält sich der geometrische Zoll zum Werkzolle, wie 36 : 20 oder wie 9 : 5. In der Physik giebt man so, wie im gemeinen Leben, die Längen nach Werkmaaße an.

Noch größere Längenmaaße sind die **Meilen**, von welchen ein besonderer Artikel handeln wird.

G.

Gährung, Fermentatio, *Fermentation*. Eine innere Bewegung, in welche die vegetabilischen und thierischen Substanzen an der Luft bey einer gelinden Wärme und Nässe gerathen, und durch welche ihre chymischen Bestandtheile in neue Verbindungen gesetzt werden. Alle Stoffe aus dem Pflanzen- und Thierreiche, welche Oel, feine Erde und Salz enthalten, gerathen von selbst in diese Bewegung, wenn sie mit einer zulänglichen Menge Wasser einer Wärme, welche etwa von einigen Graden über dem Eispunkte bis 25° nach Reaumür gehet, ausgesetzt, und nicht alles Zutritts der Luft beraubt werden. Die neuen Gemische aber, welche die Gährung hervorbringt, sind nach den Stoffen und Umständen sehr verschieden.

Bey allen Gährungen entwickelt sich die sogenannte **fixe Luft** oder **Luftsäure**, s. **Gas, mephitisches**. Sobald diese hervorzugehen anfängt, wird die flüßige Masse trüb, die öhlichten, erdichten und salzigen Theile trennen sich von den übrigen, und es bilden oder entwickeln sich neue Gemische, die den Geschmack und Geruch der Masse ändern. Alle Theile des Körpers sind dabey thätig; aber die Luftsäure, die sie vielleicht vorher in Verbindung hielt, macht den Anfang, und ist das vornehmste innere Hülfsmittel des ganzen Vorgangs.

Man unterscheidet drey Arten oder vielmehr Stufen dieser Veränderung, die **Weingährung**, **Essiggährung** und **Fäulniß**, oder die **geistige** (spirituosa, vinosa), saure (acetosa) und **faule Gährung** (putredinosa). Aus der ersten erhält man einen Wein, und aus diesem einen entzündlichen mit Wasser mischbaren Geist, den **Weingeist**; aus der zweyten eine Säure, einen Essig; die dritte zersetzt die Körper völlig, und giebt ein flüchtiges Laugensalz, s. **Fäulniß**.

Viele, besonders vegetabilische Substanzen, gehen allmählig durch alle diese Stufen, andere neigen sich gleich vom Anfang zur sauren Gährung, noch andere, besonders die thierischen, sogleich zur Fäulniß. Eine Substanz, welche schon durch eine höhere Stufe gegangen ist, kan nicht wieder zur niedrigen zurückkehren. Diejenigen aber, welche der geistigen Gährung fähig sind, können zur Fäulniß nicht anders, als durch die beyden ersten Stufen kommen. **Stahl** (Zymotechnia fundamentalis, Halae, 1697. 8. **Stahls** allgemeine Grunderkenntniß der Gährungskunst. Frf. u. Leipz. 1734. 8.) hat zuerst wahrgenommen, daß diese drey Veränderungen nicht, wie man vordem glaubte, besondere Operationen, sondern Stufen eines und eben desselben Ueberganges sind.

Schon beym Leben der Pflanzen und Thiere gehen beym Keimen und Wachsthum der ersten, und bey den Bereitungen der Säfte in den letzern, gährungsartige, obgleich schwache, Bewegungen vor. Nach Endigung des Lebens aber durchlaufen alle dieser Veränderungen fähige Substanzen aus dem Pflanzen und Thierreiche die ihnen zukommenden Stufen, daß also die Gährung in ihrem ganzen Umfange genommen nicht anders, als der Uebergang zur Fäulniß ist.

Man hemmt und unterdrückt die Gährung durch Kälte, durch Abhaltung der Luft und des Wassers, und durch Vermischung mit Materien, die sich mit den Bestandtheilen der Körper vereinigen können, und doch der Gährung unfähig sind, z. B. mit Weingeist, Säuren und Mittelsalzen. Kein Traubensaft gährt, und kein Fleisch fault in

strenger Kälte, unter der Glocke der Luftpumpe, oder bey vollkommner Austrocknung. Der Wein bleibt in seinem Zustande, wenn man ihn mit Schwefelsäure durchziehen läßt, und thierische Körper werden vor der Verderbniß durch Weingeist, Salz, Rauch u. dgl. geschützt.

Mineralische Substanzen sind der Gährung unfähig; das Verwittern der Kiese, wobey sich neue Salze bilden, und die Veränderung der unvollkommnen Metalle durch Luft und Wasser, lassen sich hieher nicht wohl rechnen; man müßte denn dem Worte Gährung eine weit ausgebreitetere Bedeutung geben. Sonst hat man auch sehr unrichtig die Gährung mit dem Aufbrausen verwechselt, welches doch bey ihr blos ein begleitender Umstand ist, s. **Aufbrausen**.

Die Gährung wird veranlasset oder erregt, wenn man den Körper mit einer schon gährenden, oder dazu höchst geneigten Substanz vermischet. Solche Substanzen heißen **Gährungsmittel, Fermente** (fermenta, *ferments*). Dergleichen sind bey der geistigen Gährung die Hefen, bey der Essiggährung die Weinkämme, der Sauerteig und für die Milch das Laab. Oft sind auch Honig, Zucker, Farinenzucker und andere süße Pflanzensäfte, Gefäße von Eichenholz, in welchen bereits Materien gegohren haben u. s. w. als Fermente anzusehen. Aehnliche Wirkungen bringen die Ansteckungsgifte im Blute des lebenden Körpers hervor.

Macquers chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Gährung, Gährungsmittel.

Gallileisches Fernrohr, s. Fernrohr.

Galmey, Calamintstein, gegrabne Cadmie, Lapis calaminaris, Cadmia nativa s. fossilis, *Pierre calaminaire*, *Calamine*, *Cadmie fossile*. Ein Mineral von einer gelben ins Röthliche fallenden Farbe, welches Zink, Eisen und bisweilen andere Substanzen enthält, und zur Bereitung des Messings gebraucht wird, s. **Meßing**.

Gang, Erzgang, Vena metallica, *Filon*, *Mine*. Gänge nennt man Spalten der Gebirge, in welchen die

Metalle, Erze und andere von der Masse des Gebirges, oder der **Bergart**, unterschiedene Fossilien enthalten sind. Um sich von der gewöhnlichen Gestalt dieser Gänge richtige Begriffe zu machen, stelle man sich durch das Gebirge oder einen Theil desselben zwo parallele Ebnen gesetzt vor, die die über einander liegenden Schichten der Gebirgsmasse, die **Gebirgslager**, durchschneiden. Wenn man sich nun den Raum zwischen diesen Ebnen entweder leer oder mit einer andern Masse ausgefüllt denkt, so hat man im ersten Falle eine **Kluft**, im zweyten einen **Gang**. Haben diese Ebnen einerley Lage mit den Gebirgslagern selbst, und ist ihr Raum ebenfalls mit einer andern Materie ausgefüllt, so heißt er ein **Flötz**. Man sieht diese Ebnen als Grenzen des Ganges an, und ihr Abstand von einander bestimmt seine Dicke oder **Mächtigkeit**. Bey den Gängen heißen diese Grenzen **Saalbänder**, und zwar die obere das **Hangende**, die untere das **Liegende**; bey Flötzen wird die obere das **Dach**, die untere die **Sohle** genannt.

Die Richtung eines Ganges nach den Weltgegenden, oder der Winkel, welchen die in seinen Ebnen gezognen Horizontallinien mit der Mittagslinie machen, heißt sein **Streichen**, und wird von den Markscheidern nicht in Graden, sondern in Stunden angegeben. Man theilt zu dem Ende den Horizont in 24 Stunden, welche vom Mittagspunkte und Mitternachtspunkte aus zur Rechten bis XII fortgezählt werden. So fallen die gedachten Punkte selbst in die zwölfte, der Morgen- und Abendpunkt aber in die sechste Stunde, und von einem Gange, welcher von Nordost nach Südwest läuft, sagt man, er **streiche in der dritten Stunde**. Je nachdem diese Richtung eine solche ist, nach welcher man in eben diesem Gebirge bereits viel oder wenig fündige Gänge angetroffen hat, sagt man, der Gang streiche in einer guten oder schlechten Stunde.

Die Neigung des Ganges gegen die Verticalebne heißt sein **Fallen**, und wird durch gewöhnliche Grade ausgedrückt. Die Wissenschaft alles dessen, was hiebey auf Abmessung und Berechnung ankömmt, heißt die **Mark-**

scheidekunst (Geometria subterranea). Sie ist von Herrn Lempe, Professorn der Bergakademie zu Freyberg, (Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst, Leipzig, 1782. gr. 8.) sehr vollständig und gründlich vorgetragen worden.

Die Gänge sind mit einem von der Bergart verschiedenen Gestein, der **Gangart**, ausgefüllt, in welcher die Erze liegen, s. Erze. Die keine Erze enthalten, heißen **taube Gänge**, die übrigen **fündige**.

Man sieht die Gänge am wahrscheinlichsten als Spalten an, welche in den ältesten Gebirgen entweder bey Verhärtung der Masse oder durch Erdbeben entstanden, und nachher durch die Wirkung des Feuers und Wassers mit den Gangarten und Erzen ausgefüllt worden sind. Wenn zu der damaligen Zeit die Oberfläche unter dem Meere stand, und also das Wasser die entstandnen Spalten sogleich anfüllte, so ist der Ursprung der Gangarten, welche mehrentheils krystallinisch sind, leicht zu begreifen; aber die Entstehung der Metalle ist nicht so deutlich, und wir müssen über die Art, auf welche die Natur selbige hervorgebracht hat, unsere gänzliche Unwissenheit gestehen.

Ganggebirge, s. Berge.

Gas, Gasart, Luft, Luftgattung, luftförmiger Stoff permanent elastisches, bleibend elastisches Fluidum, Gas, Aër, Aura, Aeris genus, fluidum aëriforme, fluidum elasticum, *Gas*, *Air*, *Espece d' air*, *fluide aëriforme*, *fluide d' une élasticité permanente*. Unter diesen Benennungen verstehe ich hier mit Herrn Lichtenberg (Z. f. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 236.) jede völlig unsichtbare elastische flüßige Materie, welche durch die Wärme beträchtlich ausgedehnt, und durch die Kälte zusammengezogen wird, ohne jedoch durch letztere jemals zu einem **festen**, oder zu einem **tropfbaren flüßigen** Körper verdichtet zu werden; die endlich in gläserne Gefäße eingeschlossen werden kan, ohne in denselben ihre Eigenschaften zu verändern. Durch ihre Unsichtbarkeit und starke Elasticität unterscheiden sich die Gasarten von den **tropfbaren Flüßigkeiten**; durch die Unmöglichkeit einer

Verdichtung mittelst der Kälte von den **Dämpfen** und **Dünsten**, welche die Kälte in fester oder tropfbarer Gestalt niederschlägt, durch die Möglichkeit der Einsperrung endlich von Materien, wie der **Feuerstoff**, das **Licht**, die **elektrische**, **magnetische** u. s. w., die sich nicht in Gefäße einschliessen lassen. Nach dieser Bestimmung gehört unsere atmosphärische Luft, so wie die dephlogistisirte, ebenfalls unter die Gasarten. Ich weiß wohl, daß viele angesehene Chymiker die respirablen Luftarten davon unterscheiden, und den Namen **Gas** blos denen Gattungen beylegen, die sich nicht athmen lassen; es schien mir aber hier vorzüglich bequem, nach **Macquer's** Beyspiele, die chymischen Eigenschaften **aller** luftförmigen Stoffe unter dem Artikel: **Gas** zusammen zu stellen, so wie die Behandlung ihrer mechanischen Eigenschaften bey dem Worte: **Luft** den schicklichsten Platz finden wird.

Der Name **Gas**, welchen **van Helmont** zuerst gebraucht hat, soll nach Einigen aus dem Hebräischen entlehnt seyn, und eine Unreinigkeit anzeigen, die sich aus dem Körper scheidet. Andere leiten ihn von **Geist**; **Junker** aber (Consp. Chem. Tab. XIV. §. 14.) von dem deutschen **Gäscht** her, welches einen Schaum oder Ausbruch der Luft aus einem Körper bedeutet. Diese Ableitung ist wohl die wahrscheinlichste; und das Wort läßt sich, weil es keine ihm eigne Bedeutung hat, bequemer als andere, zur Bezeichnung der luftförmigen Stoffe überhaupt gebrauchen.

Paracelsus belegte die elastische Materie, welche bey der Gährung und dem Aufbrausen aus den Körpern geht, mit dem Namen eines **wilden Geistes** (Spiritus silvestris).

Van Helmont (Complexionum atque mixtionum elementarium figmentum, Num. 14. in Opp. omn. Frf. 1707. 4. p. 102.) unterschied schon verschiedne Arten dieser Materien mit den Namen Gas silvestre flammeum, ventosum, pingue u. s. f., und bemerkte mit Recht, daß dieses Gas, in welches sich manche Körper gänzlich auflösen lassen, in ihnen nicht in seiner elastischen Gestalt, sondern in einer concreten und coagulirten Form (spiritus concretus et corporis more coagulatus) vorhanden sey. Er

schreibt die schädlichen Wirkungen der Hundsgrotte bey Neapel einem Gas zu, und erklärt in einigen seiner Abhandlungen durch die Erzeugung der Gasarten viele Erscheinungen des thierischen Körpers auf eine solche Art, daß die Menge und Richtigkeit seiner Kenntnisse hievon Bewunderung erregt.

Boyle (Nova exp. physico-mechanica de elasticitate et gravitate aeris, in Opp. Genev. 1680. 4.) entwickelte durch häufige Versuche mancherley Gasarten, gab denselben den Namen der gemachten oder künstlichen Luft (*factious air*), entdeckte auch zuerst, daß die gemeine Luft durch die Verbrennung **vermindert**, oder wie er es erklärte, ihre Federkraft geschwächt würde. Daß die Zinn- und Bleykalke bey ihrer Entstehung Luft einsaugen, lehrte schon 1630 **Jean Rey** (Essais sur la recherche de la cause, pour laquelle l'Estain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine, Bazas. 8.), aus dessen Schrift **Rozier** (Journal de physique, To. V. p. 47. sq.) und **Weigel** (Beytr. zur Geschichte der Luftarten, Greifsw. 1784. 8. Erst. Th. S. 1. u. f.) Auszüge geben.

Hales (Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. Statik der Gewächse, Halle 1747. 8.) verfolgte diese Untersuchungen noch weiter, erfand eine Geräthschaft zu Behandlung der Luftarten, s. **Pnevmatisch-chymischer Apparat**, und suchte besonders die Quantitäten der entbundnen oder verschluckten luftförmigen Materien zu bestimmen. Das sechste Capitel seiner angeführten Schrift enthält den Keim der meisten neuern Entdeckungen. Herr **Lavoisier** (Opusc. physiques et chymiques. Paris, 1774. T. I. P. I. **Lavoisier** physikalisch-chemische Schriften, a. d. Frz. von **Weigel**, Greifsw. 1783. 8.) hat aus ihm sowohl, als aus andern Schriftstellern in diesem Fache vortrefliche Auszüge geliefert, wozu Herr **Weigel** (Beytr. zur Gesch. der Luftarten) noch mehrere hinzufügt.

D. Joseph Black, (Abhdl. von einsaugenden Erden, und besonders von der weißen Magnesia, in den neuen Edimburger Bemerk. und Vers. Th. II.) machte im Jahre 1756 von diesen Entdeckungen eine sehr glückliche Anwendung

auf die chymische Theorie. Er bewieß, daß die Aetzbarkeit und auflösende Thätigkeit des Kalks und der Laugensalze von dem Grade ihrer Sättigung mit **fixer Luft** abhange, ein System, welches die vorigen Theorien der Chymisten, z. B. die Meyerische von der fetten Säure, bald verdrängte. **Jacquin** (Examen chemicum doctrinae Meyerianae et Blackianae. Vindob. 1769. 8. deutsch, Frf. u. Lpzg. 1770. 8.) bestärkte diese wichtige Entdeckung, und **Macbride** (Experimental Essays on medical and philosophical subjects. London, 1767. 8.) machte Anwendungen davon auf den thierischen Körper.

D. Priestley (Experiments and Observations on different kinds of air, Vol. I. Lond. 1774. Vol. II. 1775. Vol. III. 1777. ferner Vol. IV. unter dem Titel: Exper. and Observ. relating to various branches of Natural Philosophy with a continuation of the obs. on air. London 1779. und Vol. V. oder des letztern Vol. II. Birmingham, 1781. Vol. III. Birmingham, 1786. 8. deutsch: Versuche und Beob. über die verschiedenen Gattungen der Luft von D. **Christian Ludwig**, Wien 1778. 79. 80. Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturlehre, Leipzig, 1780. 8. Zweyter Band, Wien und Leipz. 1782. 8.) hat in der Menge und Wichtigkeit seiner über die Gasarten gemachten Entdeckungen alle seine Vorgänger bey weitem übertroffen, und dem forschenden Physiker ein ganz neues Feld eröfnet. Auszüge aus seinen weitläuftigen und reichhaltigen Schriften findet man beym **Weigel** (Beytr. zur Gesch. der Luftarten. S. 265. u f.) und in den leipzig. Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte (III. Band. 1. 3. u. 6. Stück).

Seit dieser Zeit ist die Lehre von den Gasarten, die man sonst zur Chymie allein zählte, ein wichtiger Theil der Naturlehre geworden. Durch sie haben wir erst unsere **Luft** gehörig kennen gelernt, Aufschlüsse über die Natur des **Feuers** und **Phlogistons** bekommen, neue Verhältnisse der Thiere und Pflanzen entdeckt, und gefunden, daß sich feste Körper ganz leicht in permanent elastische Flüßigkeiten, und diese in jene, verwandeln lassen, ein Verfahren, wovon die Natur gewiß sehr häufigen Gebrauch macht. Die vor-

nehmsten Schriftsteller, welche sich in diesem Fache hervorgethan haben, führt Herr **Leonhardi** (in Macquer's chymisch. Wörterb. Art. **Gas**, Th. II. S. 334. u. f. vorzüglich in der Anm. ***) S. 335.) an. Kurze Vorstellungen der ganzen Lehre von den Luftgattungen haben **Cavallo** (Abhandlungen über die Eigenschaften der Luft und der übrigen beständig elastischen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. 8.), **Leonhardi** (Aerologiae physico-chemicae recentioris primae lineae. Lipf. 1781. 4. und: Kurzer Umriß der neuern Entd. über die Luftg. bey s. Uebers. von Scheelens Abhdl. von Luft und Feuer, Leipzig, 1782. 8.), **Rouland** (Tableau historique des proprietés de l'air. à Paris, 1784. 8.), **de la Metherie** (Essai analytique sur l'air pur et les differentes especes d'air. à Paris, 1785. 8.), **Weber** (Ueber die gemeine und durch Auflösung aus Körpern entwickelte Luft, Landshut, 1785. 8.), am gedrängtesten Herr **Lichtenberg** (Vierte Aufl. von Erxlebens Naturl. Gött. 1787. 8. nach §. 236.) gegeben.

Die **Luftgattungen** sind von den **Dämpfen** dadurch wesentlich unterschieden, daß sie nicht, wie jene, durch die Kälte oder durch einen hinreichenden Druck ihrer Elasticität beraubt, und in feste oder tropfbare Materien verwandelt werden, daher sie auch den Namen **bleibend elastischer Flüßigkeiten** (permanently elastics) erhalten haben. Sie scheinen daher mit dem **Feuer**, welches doch wohl die Ursache der Flüßigkeit und Elasticität enthält, inniger und fester, als die Dämpfe, verbunden zu seyn.

De Lüc (Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Frz. Berlin, 1787. I. B. S. 73. u. f.) theilt die **elastischen** oder, wie er sie nennt, **ausdehnbaren Flüßigkeiten** überhaupt in die zwo Classen der **Dünste** (*vapeurs*) und der **luftförmigen Flüßigkeiten** (*fluides aëriformes*) ein. Er sucht den ersten Grund der Ausdehnbarkeit in einer Verbindung mit dem **Lichte**, als der einzigen elementarischen und einfachen elastischen Substanz, außer der alle übrigen zusammengesetzt sind, und ohne Aufhören entstehen und wieder vergehen. Diese Substanzen nun erhalten ihre Elasticität von einem ihrer Bestandtheile, welcher mit dem

dichte genau verbunden ist, und den er die **fortleitende Flüßigkeit** (*fluide déferent*) nennt. Dieses fortleitende Fluidum macht mit einer andern **blos schweren**, nicht elastischen, **Substanz** (*substance grave*) zusammen, die elastische Materie, so wie sie sich uns zeiget, aus.

Die unterscheidenden Kennzeichen der Dünste und luftförmigen Flüßigkeiten sind nach ihm folgende drey.

1. Die luftförmigen Flüßigkeiten halten jeden bekannten Grad des Drucks aus, ohne sich zu zersetzen; die Dünste hingegen zersetzen sich, wenn ein allzustarker Druck ihr fortleitendes Fluidum von der blos schweren Substanz trennet.

2. Die luftförmigen Flüßigkeiten zersetzen sich nicht eher, als wenn sich zwischen ihrer blos schweren Substanz und einem andern Körper eine stärkere Verwandschaft äusert, als zwischen dieser Substanz und ihrem fortleitenden Fluidum statt findet; daher kan eine luftförmige Flüßigkeit in einem hermetisch verschloßnen Gefäße nicht zersetzt werden. Bey Dünsten hingegen findet auch eine Zersetzung ohne Dazwischenkunft eines andern Körpers statt, wenn nemlich das fortleitende Fluidum die schwere Substanz verläßt, um sich in das ihm zukommende Gleichgewicht zu setzen.

3. Sind die luftförmigen Stoffe einmal gebildet, so ist ihre Zusammensetzung bestimmt, und sie können ihre Natur nicht ändern, wenn nicht eine neue Substanz hinzukömmt. Daher bleibt das Verhältniß ihrer Bestandtheile immer eben dasselbe und ihre specifische Elasticität immer gleich groß. Bey den Dünsten hingegen ist das Verhältniß der Bestandtheile sehr abwechselnd, und ihre Elasticität richtet sich nach der Menge des in ihnen enthaltenen fortleitenden Fluidums.

Diese drey Kennzeichen vereinigen sich sämmtlich dahin, daß bey den luftförmigen Flüßigkeiten eine weit stärkere und innigere Verbindung der schweren Substanz mit dem fortleitenden Fluidum statt findet, als bey den Dünsten. Es ist aber nach **de Lüc** das fortleitende Fluidum bey allen luftförmigen Flüßigkeiten das **Feuer**, und sein System stimmt also sehr wohl mit dem Satze überein, daß das Wesen der beständig elastischen Materien in einer genauen

Verbindung mit dem Feuer bestehe. Zu den Dünsten werden übrigens nach diesem System nicht allein die Wasserdämpfe gerechnet, wo das Feuer das fortleitende Fluidum, und das Wasser die schwere Substanz ist, sondern es gehören auch das Feuer selbst, und die elektrische Materie in diese Classe, s. **Feuer, Flasche, geladne.**

Die Vorrichtungen, deren man sich zu den Versuchen über die Gasarten bedienen muß, welche ursprünglich von **Hales** herrühren, von **Priestley** aber sehr verbessert worden sind, werde ich bey dem Worte: **Pnevmatisch-chymischer Apparat** beschreiben.

Alle jetzt bekannte Gasarten lassen sich in solche, die dem thierischen Leben und der Verbrennung dienlich sind, **respirable, athembare,** und solche theilen, die die Thiere tödten und die Lichter auslöschen, **irrespirable, mephitische, Schwaden, Muffetten** (Mephites). Zur ersten Classe gehören blos die **gemeine** und die **dephlogistisirte Luft.** Viele haben diese Classe gar nicht mit unter dem Namen **Gas** begriffen, sondern als wahre und eigentliche **Luft** von den Gasarten, worunter sie blos die mephitischen verstehen, unterschieden. Die mephitischen sind wiederum entweder solche, die sich nicht mit Wasser vermischen, oder die sich damit mischen lassen. Dieser Unterschied ist wegen der Behandlungsart wichtig, da bey den meisten letztern der **pnevmatisch-chymische Quecksilber-Apparat** gebraucht werden muß. Die mit Wasser nicht mischbaren Gasarten sind: **Phlogistisirtes Gas, Nitröses oder salpeterartiges Gas,** und **Brennbares Gas,** wozu man noch das eigentlich **Mephitische Gas,** oder die **Luftsäure** rechnen kan, welche sich wenigstens nicht so leicht mit dem Wasser mischt, daß sie den Gebrauch des Quecksilber-Apparats erforderte. Die mit Wasser mischbaren sind: **Vitriolsaures, Salzsaures, Salpetersaures, Flußspathsaures, Essigsaures, Hepatisches, Flüchtig-alkalisches** und nach Einigen noch **Phosphorisches Gas.** Von jeder dieser einzelnen Gattungen folgen nun umständliche Nachrichten in besondern, ebenfalls nach alphabetischer Ordnung fortgehenden Artikeln.

Gas, atmosphärisches (Keir), gemeine Luft, atmosphärische Luft, Gas atmosphaericum, Aër atmosphaericus vulgaris, communis, Gas ventosum (*Helmont*). *Gas atmosphérique*, *Air commun*, *Air de l'atmosphère*. Die unsichtbare, farbenlose, durchsichtige, compressible, schwere und elastische flüßige Materie, welche unsere Erdkugel, als Luftkreis, von allen Seiten her umgiebt. Die Einrichtung, welche ich bey Behandlung der Gasarten getroffen habe, macht, daß ich von dieser so wichtigen Flüßigkeit unter zween Artikeln, hier und bey dem Worte: Luft reden muß. Dort werde ich von ihren mechanischen Eigenschaften, hier aber von ihrer chymischen Untersuchung und ihren Verhältnissen gegen die übrigen Gasarten handeln. Dort wird also auch der Ort seyn, die Beweise ihres Daseyns und ihrer vornehmsten Eigenschaften anzuführen, die ich hier als erwiesen voraussetzen muß.

Diese die Erde umgebende Materie ist in ihrem gewöhnlichen Zustande mit unzählbaren fremden Substanzen verbunden. Sie hält Wasser in sich aufgelöset, s. **Dünste**, und verbindet sich mittelst desselben mit Salzen; sie ist an manchen Orten mit Schwefel, faulen Ausflüssen, u. dgl. imprägnirt, auch schweben häufige erdichte Theilchen in ihr. Wenn man endlich auch alle diese fremden Substanzen von ihr trennet, so ist doch der zurückbleibende luftige Stoff selbst noch zusammengesetzt, und keinesweges, wie man ehedem glaubte, eine einfache elementarische Substanz.

Bey der großen Menge von entzündlichen, wenigstens phlogistisirten Körpern, bey der Verbreitung des brennbaren Wesens durch alle Reiche der Natur, bey den vielen Entwicklungen des Phlogistons, welche täglich auf der Erde vorgehen, und bey der auflößenden Kraft der Luft auf so viele verflüchtigte Stoffe, fällt es von selbst in die Augen, daß die Luft der Atmosphäre mit **Phlogiston** verbunden seyn müsse. Man wird bey den Worten: **Athmen** und **Verbrennung** finden, daß die gemeine Luft diese beyden Operationen nur in sofern befördert, als sie fähig ist, das durch dieselben so häufig entwickelte Brennbare in sich auf-

zunehmen. Sie wird mit demselben endlich gesättiget, und ist alsdann unfähig, Athmen und Verbrennung länger zu befördern; es sterben die Thiere, und es verlöschen die Lichter in ihr: sie zeigt sich überhaupt alsdann als ein Gas von eigner Art, welchem man den Namen des **phlogistisirten** giebt, s. **Gas, phlogistisirtes.**

Da dieser phlogistisirte Theil der gemeinen Luft weder zum Athmen, noch zur Verbrennung dienen kan, so muß in der Luft der Atmosphäre allerdings noch ein Theil seyn, der sie respirabel und zur Unterhaltung des Feuers fähig macht. Diesen ihren Bestandtheil nennt man **dephlogistisirte** oder **reine Luft**, s. **Gas, dephlogistisirtes.** Da diese reine Luft, welche man auch durch die Kunst hervorbringen kan, bey den phlogistischen Processen in eine der atmosphärischen ähnliche Luftgattung übergeht, und endlich ein wahres phlogistisirtes Gas zurückläßt, so kan man sie mit allem Rechte als einen Grundbestandtheil der atmosphärischen Luft, als die eigentliche und wahre **respirable Luft** ansehen.

Läßt man unter einer Glocke, die in einer Schale mit Wasser steht, eine Kerze bis zum Verlöschen ausbrennen, so findet man nach dem Versuche die Luft in der Glocke **vermindert** (das Wasser nemlich tritt in der Glocke viel höher herauf, als es vorher stand); es muß daher ein Theil der Luft vom Wasser verschluckt worden seyn. Hat das Wasser viel davon in sich genommen, so zeigt es Merkmale einer Säure; es färbt z. B. blaue Pflanzensäfte roth. Nimmt man statt des reinen Wassers Kalkwasser, so schlägt sich der Kalk daraus nieder. Alles dies sind Kennzeichen, daß der vom Wasser eingesogne Theil **fixe Luft** oder **Luftsäure** (s. **Gas, mephitisches**) gewesen sey. Ob es gleich schwer ist, gewiß zu entscheiden, woher diese fixe Luft komme, so scheint doch **Priestley** (Exp. and Obs. Vol. I. p. 136.) dargethan zu haben, daß sie wenigstens nicht durch bloße Erhitzung des brennbaren Körpers, ohne wirkliche Verbrennung, entstehe, weil Kohlen in brennbarer, salpeterartiger oder phlogistisirter Luft, wenn er den Brennpunkt einer Glaslinse darauf richtete, keine fixe Luft gaben. Er

sieht keinen Grund, warum sich bey einem solchen Grade der Erhitzung keine erzeugen sollte, wenn sie überhaupt aus dem brennenden Körper käme, und schließt daher, sie komme vielmehr aus der gemeinen Luft, welche allezeit einigen Antheil von fixer Luft in sich enthalte. Diesen Satz bestätigt auch die Bemerkung, daß ätzende Laugensalze und gebrannter Kalk auch an der atmosphärischen Luft wieder mild werden, daher man jetzt nicht mehr daran zweifelt, daß in der atmosphärischen Luft auch ein Theil **Luftsäure** enthalten sey. Ob aber derselbe zu ihrem Wesen gehöre, oder nur zufällig durch die häufigen Entwickelungen fixer Luft aus den Erdkörpern in die Atmosphäre komme, läßt sich so gewiß noch nicht entscheiden.

Man kan also den luftigen Grundstof der Atmosphäre als ein Gemisch von dephlogistisirter, phlogistisirter und fixer Luft ansehen. Nach den **Scheelischen** und **Bergmannischen** Versuchen beträgt der gewöhnliche Antheil an reiner Luft ohngefähr $\frac{1}{4}$, an phlogistisirter $\frac{5}{8}$, und an fixer $\frac{1}{16}$. Dies alles kan uns wenigstens überzeugen, daß die gemeine Luft noch ein sehr zusammengesetzter Stof sey.

Außer dem Athmen der Thiere und der Verbrennung verderben auch die Calcination der Metalle, die Fäulniß, die Wirkung des Schwefels, des Kalks mit Wasser, Salmiak, oder Säuren, des Eisens und Kupfers mit flüchtigem Alkali, des Bleys mit Weinessig u. s. w. die gemeine Luft, und diese Verderbung ist jederzeit mit einer **Verminderung des Volumens** verbunden. Man kan es zur Regel annehmen, daß Luft, die durch irgend ein Verfahren vermindert worden ist, nicht mehr so rein, als vorher sey, und daß man eine bestimmte Quantität Luft, die sich durch die genannten Processe nicht weiter vermindern läßt, für untüchtig zum Athmen und zur Verbrennung halten müsse.

Boyle und die übrigen Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, welche diese Verminderung schon kannten, sahen dieselbe blos für die Folge einer geschwächten Elasticität der Luft an, welche alsdann durch den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre in einen engern Raum zusammengepreßt werde. Da aber die zurückbleibende Luft den Versuchen zu

Folge nicht specifisch schwerer, vielmehr leichter, als die gemeine gefunden wird, so kan man diese Ursache nicht annehmen. **Priestley** behauptete daher zuerst, es werde durch die Verbindung mit dem Brennbaren die fixe Luft, welche den schwersten Theil der gemeinen ausmacht, aus der letztern niedergeschlagen. In der Folge aber, da er bemerkte, daß ähnliche Verminderungen auch bey solchen Luftgattungen erfolgten, welche nicht den geringsten Antheil von fixer Luft in sich hielten, nahm er diese Verminderung für eine wirkliche Zusammenziehung des Volumens an, deren Art und Weise er zu erklären unvermögend sey (Exp. and Obs. Vol. I. p. 267.).

Auch der **elektrische Funken** soll die Luft phlogistisiren, wenn man ihn zu wiederholtenmalen in eine Menge derselben schlagen läßt. **Priestley** gebrauchte dazu eine Glasröhre, an deren Ende ein Drath angeküttet war, welcher als Axe ein wenig in die Röhre hineingieng, und am äußern Ende einen Knopf hatte. Er steckte das ofne Ende der Röhre in Lakmustinctur und brachte den Knopf gegen den Conductor einer Elektrisirmaschine, so daß der Funken aus dem innern Ende des Draths durch die Luft in die Tinctur schlug. Er fand, daß durch wiederholte Funken binnen zwo Minuten die Luft vermindert und der obere Theil der Lakmustinctur roth gefärbt ward. **Fontana** zeigte durch Versuche, welche **Cavallo** (Ueber die Natur und Eigensch. der Luft, S. 391.) anführt, daß der Drath oder der Kütt das Phlogiston hergebe, weil das Phänomen aussenbleibt, wenn man Silberdrath ohne Kütt in die Glasröhre einschleift. Hiedurch wurden wenigstens **Priestleys** Schlüsse, daß der elektrische Funken selbst Phlogiston enthalte, sehr zweifelhaft. Nach den neusten Versuchen von **Cavendish** aber kömmt die Röthung von einer dabey erzeugten Salpetersäure her, s. **Gas, phlogistisirtes.**

Die gemeine Luft verbindet sich sehr leicht mit dem **Wasser**. Sie hält nicht allein Wasser in sich aufgelöset, s. **Dünste**, sondern es ist auch in jedem Wasser eine beträchtliche Menge Luft enthalten, welche unter der Luftpumpe, oder durchs Kochen, in Form von Blasen herausgeht. Das

destillirte oder gekochte Wasser nimmt dagegen wiederum einen Theil der Luft, welcher man es aussetzt, ohne eine merkliche Vergrößerung seines Volumens in sich. Es absorbirt, nach **Scheele** (Von Luft und Feuer, S. 164.), vorzüglich den reinern Theil der Luft; daher man auch durch ein zweytes Kochen eine sehr reine oder dephlogistisirte Luft aus dem Wasser erhalten kan; obgleich durch das erste Kochen des natürlichen Fluß- oder Brunnenwassers keine besonders reine Luft erhalten wird. Dämpfe des Wassers aber, so wie auch der Dampf und Rauch verschiedener andern Substanzen machen die Luft zum Athmen untüchtig.

Durch bloße Berührung mit gemeinem, nicht gekochtem, Wasser wird die Beschaffenheit der Luft nicht verändert. Durch **Schütteln im Wasser** hingegen wird gute Luft verschlimmert, phlogistisirte aber verbessert, woraus man schließen kan, daß Wasser und Luft beyde mit dem Phlogiston in Verwandschaft stehen. Es entwickelt sich bey diesem Schütteln bisweilen auch Luft aus dem Wasser, wodurch besonders im Anfange der Operation, das Volumen der Luft zuzunehmen scheint, wie **Fontana** (Philos. Trans. Vol. LXIX. p. 443.) bemerkt hat. Wenn aber schädliche Luft durch Schütteln im Wasser verbessert werden soll, so muß das dazu gebrauchte Wasser der freyen Luft ausgesetzt seyn, damit es den faulen phlogistischen Stoff in die Atmosphäre überführen könne. Daß dieses wirklich geschehe, zeigt der unangenehme Geruch, den man bisweilen bey einer solchen Operation verspüret.

Da die Masse der atmosphärischen Luft unaufhörlich durch das Athmen der Menschen und Thiere, durch das Brennen so vieler natürlichen und künstlichen Feuer, durch die Fäulniß und Auflösung unzählbarer Substanzen und durch viele andere phlogistische Processe verdorben wird, so würde sie endlich ganz zu ihrer Bestimmung untüchtig werden, wenn nicht die Natur für eben so wirksame Mittel zu ihrer Wiederherstellung und Verbesserung gesorgt hätte. Unter die kräftigsten dieser Mittel gehört vorzüglich die **Vegetation** oder das Wachsthum der Pflanzen. Diese in der That wichtige Entdeckung machte **Priestley** (Exp.

and Obs. Vol. I. P. I. Sect. 4.), nachdem er sich lange mit vergeblichen Versuchen über die Verbesserung verdorbner Luft beschäftigt hatte. Er fand, daß die durch das Athmen der in ihr gestorbnen Thiere vollkommen tödtlich gewordene Luft durch die Vegetation der Pflanzen so gut wieder hergestellt ward, daß nach Verlauf einiger Tage ein Thier in ihr wieder eben so gut und so lange lebte, als in einer gleichen Menge gemeiner Luft. Er bediente sich bey diesen Versuchen vornehmlich der **Münze** (Menta piperitis, Linn.), und setzte im August des Jahres 1771 einen Stengel von dieser Pflanze in Luft, in welcher er Mäuse hatte athmen und sterben lassen. Acht oder neun Tage darauf war diese Luft wiederum völlig respirabel geworden, und eine Maus befand sich wohl in derselben, dagegen eine andere in dem zurückbehaltenen Reste jener verdorbnen Luft augenblicklich starb.

Zwar wollten diese Versuche einigen andern Naturforschern nicht gelingen, und selbst **Priestley** fand im Jahre 1778 bey Wiederholung derselben mit einer Menge anderer Pflanzen (Exp. and Obs. Vol. IV. p. 302.) ihr Resultat zweifelhaft. Allein die im Jahre 1779 bekannt gewordenen Versuche des **D. Ingenhouß** (Exp. upon vegetables London, 1779. 8. Versuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß sie die Kraft besitzen, die atmosphärische Luft beym Sonnenschein zu reinigen, des Nachts aber zu verschlimmern, Leipzig 1780. 8.) klärten einen großen Theil dieser Misverständnisse auf. Dieser Gelehrte bemerkte, 1) daß die meisten Pflanzen die Kraft haben, schlechte Luft in wenigen Stunden zu verbessern, wenn sie dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, daß sie hingegen in der Nacht oder im Schatten die gemeine Luft verderben, 2) daß die Pflanzen aus ihrer eignen Substanz am Sonnenlichte eine reine dephlogistisirte Luft, in der Nacht aber oder im Schatten eine sehr unreine Luft geben, 3) daß nicht alle Theile der Pflanzen, sondern nur die grünen Stengel und Blätter, besonders durch ihre untere Seite, diese Wirkung thun, 4) daß die Entwicklung der dephlogistisirten Luft erst einige Stunden nach Erscheinung der Sonne über dem Horizonte anfange, und mit Ende des Tages aufhöre, und

daß der Schaden, den die Pflanzen bey Nacht thun, durch den Vortheil, den sie den Tag über bringen, bey weitem überwogen werde, weil die schädliche Luft aus einer Pflanze die ganze Nacht über kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogistisirten Luft beträgt, die an einem heitern Tage in zwo Stunden aus ihr hervorkömmt. **Senebier** in Genf (Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature. à Geneve 1782. III. To. 8. Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour metamorphoser l'air fixe en air pur par la vegetation, ebend. 1783. 8.) hat zu behaupten gesucht, daß die Pflanzen in der Nacht gar keine Luft gäben, worauf **Ingenhouß** (Vermischte Schriften, durch **Molitor**, Wien, 1784. gr. 8. II. B. Num. 8.) geantwortet, und die Richtigkit seiner Versuche bestätiget hat. Die reinste Luft erhielt er aus einigen Wasserpflanzen und dem grünen Schlamm in einem steinernen Troge. s. **Gas, dephlogistisirtes.**

So wirkt die Vegetation der Pflanzen dem Athemholen, der Verbrennung, Fäulniß u. s. w. unaufhörlich entgegen, und erhält dadurch die Atmosphäre stets in dem nöthigen mittlern Zustande der Reinigkeit. Wenn im Winter die Kälte das Wachsthum der Pflanzen hindert, so hemmt sie zugleich auch den Fortgang der Fäulniß. In sumpfigen Gegenden wachsen gerade solche Pflanzen, welche die Luft am stärksten reinigen. Die dephlogistisirte Luft ist schwerer, als die phlogistisirte, daher sie sich, sobald sie aus den Blättern kömmt, niederwärts senket. So weise und wohlthätige Anstalten hat der Schöpfer zu Erhaltung der nöthigen Reinigkeit des Luftkreises getroffen.

Da überdies die durch Respiration und Fäulniß verdorbene Luft durch Schütteln im **Wasser** verbessert wird, so können noch außerdem die Bewegungen des Meeres und der Flüsse, vornehmlich aber das Herabfallen des Regens und Thaues zur Reinigung der Atmosphäre beytragen.

Von dem Grade der Reinigkeit oder Heilsamkeit der Luft an verschiedenen Orten der Erde, und dem Werkzeuge, wodurch man denselben zu bestimmen sucht, finden sich

Nachrichten bey dem Worte: **Eudiometer.** Im Ganzen genommen findet man die Luft an verschiedenen Orten der Erde durch das Eudiometer gar nicht sehr verschieden, diejenigen Orte ausgenommen, wo augenscheinlich viel phlogistische Materien aufsteigen, wie z. B. in der Nachbarschaft fauler Sümpfe. Dennoch bemerkt man in der Heilsamkeit der Luft beträchtliche Unterschiede in Gegenden, in welchen das Eudiometer fast einerley Reinigkeit anzeigt, obgleich die Gesundheit der Einwohner offenbar das Gegentheil beweiset. Es kan also die Probe durch das Eudiometer keinesweges für ein sicheres Mittel zu Bestimmung der Gesundheit der Luft gehalten werden.

Man hat schon vor alten Zeiten auf Mittel gedacht, verdorbene Luft durch die Kunst zu verbessern. Nach **Boyle** (Exp. physico-mech. de elasticitate et gravitate aëris, Exp. 41.) soll **Cornelius Drebbel** einen chymischen Liquor erfunden haben, dessen Dämpfe der durchs Athmen verdorbnen Luft die verlohrnen Lebensgeister (principium vitale) wieder ertheilen. Boyle sagt sogar, es sey ihm bekannt worden, was dies für ein Liquor gewesen sey. Da die Verderbung der Luft nicht von der Entziehung des Lebensgeists, sondern von der Entziehung des reinern Theils durch die Verbindung mit Phlogiston herrührt, das man nicht so leicht, und am wenigsten durch Dämpfe eines Liquors von der Luft trennen kan, so ist die ganze Sache wahrscheinlich ein fabelhaftes Vorgeben gewesen.

Das einzige bisher bekannte Mittel, die schlechte Luft aus Orten, wo sie häufig und unvermeidlich erzeugt wird, hinwegzubringen, ist der **Luftzug**, den man aber nicht unter die hier gesuchten Methoden zählen kan, weil er die Luft nicht verbessert, sondern wegführt und reinere an ihre Stelle bringt.

D. **Hales** fand, daß er eine Menge Luft länger athmen konnte, wenn er sie während des Einathmens durch zusammengefaltete in Weinessig, Salzwasser oder Weinsteinöl getauchte Lappen gehen ließ. Die Ursache liegt wohl darinn, weil bey der Respiration fixe Luft erzeugt wird, welche der Weinessig rc. einschluckt. Das Kalkwasser wür-

de eben dieses thun. Es ist aber auch dies keine eigentliche Verbesserung verdorbner Luft.

Endlich hat Herr **Achard** (Ueber die Dephlogistisirung der phlogistischen Luft, in s. Samml. physikal. und chym. Abhdl. I. Band, Berlin, 1784. 8.) gefunden, daß phlogistisirte Luft ungemein verbessert wird, wenn man sie durch geschmolzenen Salpeter gehen läßt. Es ist dies ohne Zweifel eine Wirkung der dephlogistisirten Luft, welche sich aus dem, dem Feuer ausgesetzten, Salpeter häufig entbindet, s. **Gas, dephlogistisirtes.**

Man kennt auch keine Methode, ein der gemeinen Luft vollkommen gleiches elastisches Fluidum durch die Kunst hervorzubringen, obgleich bey den künstlichen Erzeugungen anderer Luftarten oft etwas gemeine Luft zugleich mit entwickelt wird. So führt z. B. die fixe Luft allezeit etwas gemeine Luft bey sich, welche man durch Schütteln im Wasser von ihr trennen kan, wobey nach und nach die fixe Luft verschluckt wird, und die gemeine allein im Gefäße zurückbleibt.

Im übrigen sehe man die Artikel: **Luft, Luftkreis, Gas, dephlogistisirtes, Gas, phlogistisirtes.**

Gas, brennbares, entzündbare, entzündliche Luft, brennbare Luft, inflammable Luft, brennende Luft (Scheele), **Brennluft** (Ingenhouß), Gas inflammabile, Aer inflammabilis, Mephitis inflammabilis, Gas carbonum, Gas pingue (*Helmont*), *Gas inflammable, Air inflammable.* Eine mephitische und mit dem Wasser nicht mischbare Gasart, welche mit einer Flamme brennt, und mit atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft vermischt, sich mit Explosion entzündet.

Schon längst kannte man Dämpfe metallischer Auflösungen, die bey Annäherung eines brennenden Lichts Feuer fangen, und entzündliche **Schwaden** gewisser Höhlen, Mineralwasser und Bergwerke, welche sich mit einem fürchterlichen Knalle an den Grubenlichtern der Bergleute entzünden (**Feuerschwaden**, *feu brison*, engl. Fire-damp). Auch die durch den natürlichen Gang der Verdauung im

menschlichen Körper erzeugte brennbare Luft kannte **Van Helmont.** „Stercoreus flatus, transmissus per flammam „candelae, transvolando accenditur, ac flammam diver„sicolorem iridis instar exprimit.“ (De flatibus Sect. 49.) **Hales** (Vegetable Statiks Exp. 57.) entwickelte entzündliche Materie aus Erbsen, Wachs, Austerschalen und Bernstein. Im Jahre 1764 wurde **Franklin**, als er durch Newjersey reisete, erzählt, daß sich die Luft über verschiedenen stehenden Wassern daselbst mit dem Lichte anzünden lasse; es ward auch 1765 an D. **Chandler** in London geschrieben, daß sich dieses Phänomen in einem gewissen Mühlteiche in Newjersey zeige, und die Entdeckung von ohngefähr durch des Müllers Leute gemacht worden sey. (s. **Priestley** Vers. und Beob. I. Band, Anhang, Num. 6.) Unterdessen hatte **Cavendish** (Exp. on factitious air, in Philos. Tr. Vol. LVI. Experimente mit erkünstelter Luft, im N. Hamburg. Magazin B. XII. S. 387.) noch mehrere Versuche mit brennbarer Luft aus Eisen, Zink und Zinn angestellt, auch die specifische Schwere dieser Gasart bestimmt, so daß D. **Priestley** schon genug vor sich fand, um bey seiner weitläuftigen Bearbeitung der Luftgattungen auch die brennbaren Gasarten zu einem vorzüglichen Gegenstande seiner Aufmerksamkeit zu wählen. (Man s. seine Vers. und Beobacht. I. Band. 3 Abschnitt.)

Die brennbare Luft kann aus allen entzündbaren oder sonst Brennbares enthaltenden Substanzen, selbst aus den Metallen, durch Hitze, Gährung, Säuren u. s. f. auf unendlich verschiedene Arten erhalten werden. Alle diese Luftgattungen aber gehen in ihren Eigenschaften von einander ab, und haben vielleicht nichts als die Entzündbarkeit und die geringe specifische Schwere gemein; auch müssen Gemische aus gemeiner Luft und entzündlichen Dämpfen, wie z. B. Luft, worinn Aether verdünstet ist, von den eigentlichen brennbaren Gasarten genau unterschieden werden. Diese letztern selbst aber sind sowohl nach den Substanzen, aus welchen sie kommen, als nach den Arten ihrer Entwickelung verschieden, und behalten Merkmale des dabey gebrauchten Verfahrens; daher es, wie **Herbert** (De aëre, fluidisque

ad aeris genus pert. Prop. 25. p. 123.) schon erwiesen hat, mehr als eine Gattung brennbarer Luft giebt.

Die gewöhnlichste Methode, sie zu erhalten, ist, daß man Metalle, vorzüglich Eisen oder Zink, in Vitriol- oder Salzsäure (nicht in Salpetersäure, welche eine andere Luftgattung giebt, s. **Gas, salpeterartiges**) auflöset. Man schütte in die zum pnevmatisch-chymischen Apparat gehörige Flasche FG (Taf. X. Fig. 35.) Eisenspäne oder grob gekörnten Zink, daß etwa der vierte oder fünfte Theil derselben davon angefüllt wird, gieße so viel Wasser darauf, daß es davon gerade bedeckt ist, und thue etwas Vitriolöl hinzu, welches nicht mehr als etwa den dritten oder vierten Theil des Wassers austragen darf. Sodann verstopfe man die Flasche mit dem Stöpsel D, durch welchen die wie ein S gebogne Glasröhre DAB hindurchgeht, und bringe das Ende dieser Röhre unter die mit Wasser gefüllte Glocke K, die in einem Becken mit Wasser umgestürzt ist. Die Mischung bey G wird sogleich aufbrausen, und brennbare Luft geben, welche durch die Röhre DAB aufsteigt, in Blasen durch das Wasser der Glocke hindurch geht, und sich oben bey K sammelt, s. **Pnevmatisch-chymischer Apparat.**

Es wird aber auch brennbare Luft aus den Metallen durch Säuren aller Art, nur die Salpetersäure und Arseniksäure ausgenommen, entwickelt. Ferner kan man sie nach **de Lassone** Versuchen durch Auflösung des Zinks im mineralischen und flüchtigen Laugensalze erhalten. Aus den Steinkohlen und Oelen wird sie durch das Feuer, das aber stets sehr jähe angewendet werden muß, unmittelbar entbunden, so daß sie aus heftig glühenden Steinkohlen von selbst aufsteigt. **Priestley** erhielt entzündbare Luft aus sehr reiner Eisenfeile, die er in einem Gefäße mit Quecksilber dem Brennpunkte einer Glaslinse aussetzte. Durch den elektrischen Funken wurde aus verschiednen entzündlichen Substanzen, vorzüglich aus Oelen, Salmiakgeist, und Vitriolnaphtha brennbare Luft entbunden. Der Vitrioläther verwandelt sich von selbst in einen brennbaren luftförmigen Dunst, der aber wohl eigentlich keine Gasart ist. Der Weingeist giebt brennbare Luft, wenn seine Dämpfe durch

ein glühendes Rohr, und das Wasser, wenn dessen Dämpfe durch ein eisernes glühendes Rohr gehen. **Halle** (Natürl. Magie, Berlin, 1784. 8.) erhielt aus einer Hand voll Gartenbohnen in einer Retorte über dem Feuer eine Menge brennbarer Luft. Eben so kan man sie auch aus den Erdäpfeln und andern vegetabilischen Nahrungsmitteln erhalten.

Von Natur findet man die brennbare Luft in allen drey Reichen. In den Schächten, unterirdischen Höhlen, und vorzüglich in den Steinkohlengruben ist sie unter dem Namen des **Feuerschwadens** bekannt; in den Gedärmen der Thiere entwickelt sie sich häufig; sie findet sich auch in den Cloaken und heimlichen Gemächern (*Laborie, Cadet et Parmentier* Observ. sur les fosses d'aisance. Paris, 1778.), Begräbnißorten (*Dobson* Medical Comment. on fixed air, p. 77.) und an Plätzen, wo todtes Vieh fault. Der weiße **Diptam** (Dictamnus Fraxinella) giebt, wenn er blühet, so viel brennbares Gas, daß die Atmosphäre um ihn Feuer fängt.

In den Sümpfen, Pfützen und stehenden Wassern, wo viele Pflanzen, Schilf u. dgl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes brennbare Luft an, welche den besondern Namen der **Sumpfluft** (Gas palustre, Aer paludum, *Gas inflammable des marais*) erhält. Hierauf hat **Volta** (Lettere sull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como, 1776. 8. **Alt. Volta** Briefe über die entzündliche Luft, die aus den Sümpfen entsteht, Zürich, 1778. 8.) besonders aufmerksam gemacht, und gezeigt, wie man diese Luft durch Auflockerung des Grundes an sumpfigen Orten in Menge erhalten und aufsammeln könne. Man darf nur eine mit Wasser gefüllte Flasche in dem Wasser des Sumpfes umkehren, einen Trichter in die Mündung bringen, und auf dem Grunde mit einem spitzigen Stocke rühren, so steigt die Sumpfluft in Blasen auf, die sich im Trichter fangen, und so in die Flasche geleitet werden. Eine noch bequemere Vorrichtung mit einer an einen Stock gebundnen Blase beschreibt **Ingenhouß** (Vermischte Schriften rc. Wien 1784. gr. 8. I. B. Num. 11. S. 300.).

Jedes brennbare Gas hat einen starken durchdringenden Geruch, der aber bey jeder Art verschieden ist, und nach **Priestley** vornehmlich davon abhängt, ob die Substanz, aus der die Luft entbunden worden, zum Mineral- Thier- oder Pflanzenreiche gehört. Auch ist das brennbare Gas den Thieren tödtlich, und löscht ein Licht aus, ob es gleich an sich selbst entzündlich ist.

Die **Entzündbarkeit** dieser Luftart ist ein sehr auffallendes Phänomen; denn eine unsichtbare Materie Feuer fangen und mit einer lebhaften Farbe brennen zu sehen, muß wohl Jeden in Verwunderung setzen. Es kan sich aber diese Luft, gleich andern brennbaren Materien, nicht entzünden, wenn sie nicht mit gemeiner oder dephlogistisirter in Berührung steht. Wenn man z. B. eine Flasche mit brennbarer Luft öfnet, und sogleich eine Lichtflamme daran bringt, so macht sie zwar eine schwache Explosion, weil schon ihre Oberfläche mit gemeiner Luft vermischt ist; nimmt man aber hernach das Licht weg, so brennt sie ruhig im Halse der Flasche fort, weil dies der einzige Ort ist, an welchem sie die gemeine Luft berührt. Bläset man alsdann auf die eine Seite der Oefnung, so steigt die Flamme ein wenig über den Hals der Flasche hervor; bisweilen scheint sie auch an den Seiten herabzulaufen. Von dem brennenden Gas sondert sich ein Dampf ab, der in die Flasche hineingeht, woraus erhellet, daß sich beym Brennen etwas Wässerichtes absondere. Die Flamme der aus Metallen entbundnen brennbaren Luft hat eine grünlich weiße Farbe; mitten in derselben aber zeigen sich lebhafte rothe Funken, die nach allen Richtungen schießen. Die Flamme der aus vegetabilischen und thierischen Substanzen entbundnen ist schwächer und zeigt nie Funken (*Fontana* in Phil. Tr. Vol. LXIX. p. 359.). Durch Vermischung mit nitröser Luft wird die Flamme grün, mit fixer blau. Wenn man durch eine enge Oefnung einen Strom brennbarer Luft herausdrückt, und durch den elektrischen Funken entzündet, so bildet sich ein ununterbrochner langer Feuerstrom. Man muß aber keine spitzige Röhre zu diesem Versuche nehmen, weil der elektrische Funke nicht auf Spitzen schlägt; man muß vielmehr

eine Kugel mit kleinen Löchern durchbohrt gebrauchen (*Chaussier* im Journal de phys. Oct. 1777.).

Ist aber die brennbare Luft mit respirabler vermischt, so **explodirt** sie bey Annäherung einer Flamme mit einem heftigen Knalle, und es entzündet sich das ganze Gemisch auf einmal, wenn ihm auch gleich die Verbindung mit der äußern Luft abgeschnitten ist. Zwey Theile gemeiner und ein Theil brennbarer Luft geben nach **Priestley** und **Lavoisier** die stärkste Explosion. Noch weit stärker aber werden die Wirkungen, wenn man **dephlogistisirte** Luft, statt der gemeinen, nimmt, wobey man nur einen Theil derselben auf zween Theile brennbarer Luft rechnen darf. Alsdann ist der Knall 40—50mal stärker, als bey der gemeinen Luft, und die Explosion übt in verschloßnen Gefäßen eine große Gewalt aus. Man kan eine solche Mischung von dephlogistisirter und brennbarer Luft, eine Knallluft, in Flaschen Jahre lang aufheben, ohne daß sie etwas von ihrer Entzündbarkeit verliert. Die Flaschen scheinen ganz leer zu seyn, man darf sie aber nur öfnen und anzünden, um eine dem Unerfahrnen ganz unbegreifliche Platzung zu erregen.

Durch das Abbrennen solcher Mischungen in verschloßnen Gefäßen wird das Volumen der eingeschloßnen Materie beträchtlich vermindert, und der Ueberrest ist theils phlogistisirte Luft, theils wird nach den Versuchen der Herren **Cavendish, Watt, Lavoisier** und **de la Place** (Crells chem. Annalen, Jahr 1785. B. I. S. 47. 304. 499.) eine Quantität Wasser erzeugt, die mit dem Gewichte der abgebrannten Luftarten beynahe übereinstimmt. Hievon s. man die Art. **Gas, dephlogistisirtes, Wasser.**

Es ist merkwürdig, daß die brennbare Luft mit den **Dämpfen der Salpetersäure** vermischt, eben so, wie mit gemeiner Luft, explodiret. Füllt man eine in Salpetersäure umgestürzte Glocke mit brennbarer Luft, so wird ihr Volumen durch die Dämpfe der Säure vermehrt, und die Mischung explodirt; aber diese Fähigkeit ist nicht dauerhaft; denn durch langes Stillstehen oder beym Durchgange durch Wasser trennen sich die sauren Dämpfe, und lassen die brennbare Luft in ihrem vorigen Zustande zurück. Uebri-

gens ist die erwähnte Mischung ein Schießpulver in Luftgestalt, und ihre Explosion beruht mit der des Schießpulvers auf einerley Gründen, nemlich auf der Entwickelung dephlogistisirter Luft aus den Salpeterdämpfen, wodurch die Verbrennung der brennbaren Luft befördert wird. s. **Schießpulver.**

Unter allen Gasarten ist die brennbare Luft die **leichteste**, ob sich gleich bey ihrer specifischen Schwere große Unterschiede finden, je nachdem sie aus andern Substanzen, auf andere Arten, und mit mehr oder weniger Reinigkeit, entbunden wird. **Cavendish** (Philos. Trans. Vol. LVII.) fand sie zehnmal, **Fontana** funfzehnmal, **Sigaud de la Fond** sechsmal leichter, als die gemeine Luft. Wegen dieser Leichtigkeit tritt sie allezeit in den obersten Theil der Gefäße, und die Feuerschwaden der Salz- und Steinkohlengruben fliegen der Decke oder dem Hängenden zu. Auf diese große Leichtigkeit der brennbaren Luft gründet sich auch die Erfindung des Herrn **Charles**, dieses Gas zu Erhebung der aerostatischen Maschinen zu gebrauchen, s. **Aerostat. Ingenhouß** erhielt aus Vitriolöl und Weingeist (d. i. aus Vitrioläther) eine brennbare Luft (vielleicht nur einen Dunst), welche etwas weniges schwerer, als die gemeine Luft war. Die Sumpfluft ist zwar leichter, als die gemeine, aber weit schwerer als andere brennbare Gasarten.

Das brennbare Gas wird unter diejenigen gerechnet, die sich nicht mit Wasser mischen. Dies ist auch nach **Cavendish** und **Scheeles** Versuchen für die meisten Gattungen richtig. **Priestley** aber bemerkt (Exp. and Obs. Vol. I. p. 59. sq.), daß die aus vegetabilischen oder animalischen Substanzen gezogne brennbare Luft doch zum Theil vom Wasser verschluckt werde, weil sie fixe Luft bey sich habe. Auch überzieht sich die Oberfläche des Wassers, worüber brennbare Luft steht, mit einem dünnen Häutchen. Im dritten Bande der Versuche und Beobachtungen bestätigt **Priestley**, was er schon vorher angegeben hatte, daß destillirtes Wasser von der brennbaren Luft $\frac{1}{14}$ — $\frac{1}{13}$ seines Volumens in sich nehme, und fügt hinzu, man könne diesen Antheil durch Kochen wieder herausziehen, ohne seine Entzündbarkeit ge-

schwächt zu finden. **Fontana** und **Senebier** fanden, daß Wasser in verschloßnen Gefäßen nichts von der brennbaren Luft absorbire, wohl aber, wenn es der freyen Luft ausgesetzt sey. (M. s. *de la Fond* Essai sur differentes especes de l'air. Paris 1779. 8. p. 259.) Durch Schütteln in Terpentinöl fand Priestley (Vol. III. p. 266.) das Volumen der brennbaren Luft vermehrt, aber sie hatte einen großen Theil ihrer Entzündbarkeit und ihrer übrigen charakteristischen Eigenschaften verlohren.

Die Pflanzen kommen in brennbarer Luft mehrentheils sehr wohl fort; sie selbst aber wird von den Pflanzen, vornehmlich von Wasserpflanzen, an freyer Luft und am Tage, mit der Zeit merklich verbessert, ob sie gleich dabey noch ihre platzende Eigenschaft behält. **Ingenhouß** sieht sie in diesem Falle als eine eigne Gasart an, die man **platzendes Gas** (fulminating Gas) nennen könnte, und deren Entstehung er zum Theil der aus den Pflanzen kommenden dephlogistisirten Luft, theils, weil sie sich auch des Nachts erzeuget, einer besondern Einwirkung der Lebenskraft der Pflanzen zuschreibt.

Scheele hatte bey Gelegenheit seiner Einwürfe gegen die Priestleyische Theorie der Respiration (s. **Athmen**) behauptet, daß die brennbare Luft sehr wohl respirabel sey, und durchs Athmen ihre Entzündbarkeit verliere. Dies veranlassete Herrn **Fontana** (Philos. Tr. Vol. LXIX. Ueber das Einathmen der entzündbaren Luft, in den Sammlungen zur Physik und Naturg. II. Band, 4. St. S. 488. u. f.) die Untersuchung durch eigne Erfahrung anzustellen. Er fand hiebey, daß Vermischung mit gemeiner Luft die brennbare wirklich respirabel macht, und daß dazu schon die Quantität gemeiner Luft hinreichend ist, die in den Lungen eines Menschen nach einem gewöhnlichen Ausathmen noch zurückbleibt. Er konnte auf diese Art einige Züge brennbare Luft athmen, und fühlte dabey sogar eine besondere Leichtigkeit; als er aber nach einem starken und reinen Ausathmen brennbare Luft aus einem großen Gefäße einzog, sank er beym dritten Athemzuge kraftlos auf die Kniee nieder. Auch ward durch die Respiration der Thiere, wel-

che in brennbarer Luft starben, die Entzündbarkeit nicht vermindert, außer wenn die Portion der brennbaren Luft zu klein war, und sie also mit allzu viel gemeiner Luft aus den Lungen der Thiere vermischt ward. Hiedurch sind Scheeles Behauptungen völlig widerlegt, und zugleich die Veranlassungen seiner Täuschung entdeckt worden.

Ueber die Natur und Bestandtheile der brennbaren Luft sind die Meynungen sehr getheilt gewesen. **Priestley** erklärte sie zuerst für ein Gemisch aus Phlogiston und Säure. Als er aber durch fortgesetzte Versuche in den Jahren 1773 u. f. kein Zeichen einer Säure in ihr entdecken konnte, so nahm er an, sie bestehe aus einem feinen entwickelten Phlogiston, mit einigen feinen erdichten Theilchen verbunden. Daß sie Phlogiston enthalte, ist gewiß, und läßt sich außer ihrer Entzündung und Verbrennung auch noch durch andere Versuche erweisen. **Macquer** und **Montigny** fanden, daß die brennbare Luft aus Eisen und Vitriolöl den Silber- Quecksilber- und Bleyauflösungen diejenige braune und schwarze Farbe sehr geschwind und leicht mittheile, welche den Anfang der Reduction anzeigt, und ein sicheres Kennzeichen einer Mittheilung des Phlogistons ist. **Priestley** (Exp. and Obs. Vol. IV. Sect. 34.) setzte brennbare Luft in hermetisch verschloßnen Röhren von Flintglas einem heftigen Feuer aus. Die Röhren wurden dadurch an der innern Seite unauslöschlich schwarz; diese Schwärze ward aber durch eingeschüttete Mennige und ein zweytes Glühen wieder aufgehoben — ein Beweis, daß sich anfänglich der im Flintglase enthaltene Bleykalk durch das Phlogiston der brennbaren Luft reducirt und in den metallischen Zustand versetzt hatte, hernach aber durch die Mennige seines Phlogistons wieder beraubt worden war. **Chaussier** hat entdeckt, daß man in der brennbaren Luft keine Metalle verkalken, wohl aber Bley- Eisen- und Quecksilberkalke, ohne einen weitern Zusatz, wieder herstellen könne (man s. *de la Fond* Essai sur diff. esp. de l'air, p. 282. sqq.). Dies setzt wohl die Gegenwart des Phlogistons in dieser Gasart außer Zweifel. Ob es aber darinn nach **Chaussier** durch reine Luft, oder nach Scheele durch

Hitze, oder nach **Priestley** und **Keir** (Treatise on Gases, London, 1779. §. 134. p. 101.) durch erdige Theile gebunden sey, ist so leicht nicht zu entscheiden.

Richard Kirwan (Exp. and Obs. on the specific gravities and attractive powers of various saline substances, London 1781. 4. Conclusion of the Exp. and Obs. eb. 1783. 4. deutsch von **Crell**, Berlin und Stettin 1783. 8. Zweytes St. 1785. 8.) hat die brennbare Luft für das **Phlogiston** selbst, mithin für einen elementarischen Stoff erklärt, wogegen sich doch theils aus den Zersetzungen dieser Gasart, theils aus ihrer verschiedenen Beschaffenheit mancherley gegründete Einwendungen machen lassen. **Senebier** (Recherches analytiques sur la nature de l'air inflammable, Geneve 1784. 8. übers. v. **Crell** mit Kirwans Anm. Leipz. 1785. 8.) behauptet gegen Kirwan, daß die brennbare Luft aus dem zu ihrer Entbindung gebrauchten Salze, Phlogiston und Wasser bestehe. **Kirwan** aber zeigt in den Anmerkungen, daß der Antheil an Salze höchst unbeträchtlich und blos zufällig sey.

Uebrigens hat uns die genauere Kenntniß der brennbaren Luft zu einigen bessern Erklärungen verschiedener Naturbegebenheiten verholfen. Man s. hievon die Worte: **Flamme, Irrlicht, Sternschnuppen, Feuerkugeln.** Oft findet sich im Sommer in der Atmosphäre eine übelriechende Materie verbreitet, welche am Geruch verschiedenen Gattungen der brennbaren Luft sehr nahe kömmt. Auch bey den Vulkanen und Erdbeben, die mit Feuerausbrüchen begleitet sind, scheint sich brennbare Luft einzumischen, und die entzündlichen unterirdischen Schwaden erklären sich durch sie mit großer Leichtigkeit.

Unter die vornehmsten Anwendungen dieser Lehre gehört die Erfindung der mit brennbarer Luft gefüllten Luftbälle, s. **Aerostat.** Ein hiehergehöriges Spielwerk ist die **aerostatische Pflanze,** da man ein Cylinderglas halb mit fixer und halb mit brennbarer Luft füllet, und einen kleinen aerostatischen Ball in Gestalt einer Blume hineinbringt, welcher mitten im Gefäße, wo sich beyde Gasarten scheiden, schweben bleibt, weil er schwerer als die obenste-

hende brennbare, und leichter als die unten liegende fixe Luft, ist. Von andern Anwendungen der brennbaren Luft wird man bey den Worten: **Lampe, elektrische, Pistole, elektrische** Nachrichten finden.

Gas, dephlogistisirtes, dephlogistisirte Luft, brennstoffleere Luft, reine Luft (Bergmann), **Feuerluft** (Scheele), **künstliche reine Luft** (Keir), **Lebensluft** (Ingenhouß), **Empyrealluft**, Gas dephlogisticatum, Aer dephlogisticatus, Aer purissimus, Aer verus factitius, Aer vitalis, *Gas ou Air dephlogistique*. Derjenige Bestandtheil der atmosphärischen Luft, welcher dieselbe zu Unterhaltung des Feuers und des Athemholens der Thiere einzig und allein geschickt macht. Man kan ihn als einen eignen luftförmigen Stoff darstellen, welcher alle Eigenschaften der gemeinen Luft hat, aber das Athemholen und das Feuer weit mehr, als diese, befördert und weit länger unterhält.

Es finden sich schon in den Werken einiger ältern Schriftsteller dunkle Ideen von einem reinern Bestandtheile der gemeinen Luft; besonders hat der **D Mayow** (*Io. Mayow* Opera omnia medico-physica. Oxon. 1674. 8. Hag. Com. 1681. 8. Tract. I. De Sale Nitro et Spiritu Nitro-aëreo) schon einen feinsten Theil der Luft als zum Athmen tauglich erkannt; aber diese Begriffe sind noch so undeutlich und hypothetisch, daß die neuern Naturforscher wohl wenig Licht dadurch haben erhalten können.

D. Priestley und Scheele sind daher als die ersten anzusehen, welchen man die Entdeckung dieses reinen Theils der Luft zu danken hat. Jener hatte schon in dem 1774 herausgekommenen ersten Bande seiner Versuche und Beobachtungen (p. 155., der deutsch. Uebers. S. 152.), einer bleibend elastischen Materie gedacht, welche reiner, als andere künstliche Luftgattungen sey. Aber erst im 2ten Bande, welcher 1776 erschien, findet sich die zahlreiche Menge von Versuchen, welche zu allen unsern Kenntnissen von der dephlogistisirten Luft den Grund gelegt haben. **Priestley** erhielt diese Luft zum Erstenmale am 1. Aug. 1774. aus

trocknem der Wärme ausgesetzten Salpeter, und bereitete sich bald eine größere Menge davon, die zu verschiedenen Versuchen hinreichend war. Er sahe sie mit Recht als eine solche an, die wenig Phlogiston enthielte, und nannte sie daher **dephlogistisirte Luft**. Fast um eben diese Zeit hatte auch Scheele, damals noch zu Köping in Schweden, eben diese Luftgattung hervorgebracht, und ihr den Namen der **Empyreal- oder Feuerluft** gegeben. Er machte diese Entdeckung in seiner chymischen Abhandlung von Luft und Feuer bekannt, welche zum Erstenmale zu Upsal und Leipzig im Jahre 1777 herauskam. Der Gang aber, den diese beyden Gelehrten bey ihren Versuchen genommen haben, und ihre verschiedenen Begriffe von der Sache selbst, zeigen sehr deutlich, daß hiebey Keiner etwas von dem Andern entlehnt habe.

Von Natur entwickelt hat man die dephlogistisirte Luft bisher noch nirgends gefunden; man kennt aber verschiedene Methoden, sie zu entbinden und aufzusammeln. Die vornehmsten sind: Starke Erhitzung verschiedener Mineralien, vornehmlich des Salpeters und Braunsteins; Erhitzung verschiedener Substanzen, besonders einiger metallischen Kalke; Erhitzung anderer metallischen Kalke und Erden nach vorhergegangener Anfeuchtung mit Salpetersäure oder Vermischung mit Vitriolsäure; Aussetzung des Brunnenwassers an die Sonnenstralen; Kochen einiger Arten von Wasser; Aussetzung frischer Blätter von Pflanzen an das Sonnenlicht.

Die beste Methode, sie zu erhalten, ist die Erhitzung des **Braunsteins** (magnesia nigra, magnesia vitriariorum, magnesium *Bergm.*) oder des **Salpeters**. Es wird zu dem Ende in eine kleine irdene Retorte ein Pfund gepülverter Braunstein geschüttet, eine lange blecherne Röhre an die Mündung derselben angeküttet, die Retorte in einem Wind- oder Reverberirofen ins freye Feuer gelegt, und die Oefnung der Röhre unter den Trichter im Brete der Wanne des pnevmatisch-chymischen Apparats gebracht, indem auf dem Brete selbst ein mit Wasser gefülltes Gefäß umgestürzt ist. Anfangs geht blos die atmosphärische Luft

aus der Röhre und Retorte über; sobald aber der Braunstein glühet, entwickelt sich dephlogistisirte Luft. So kan man aus 16 Unzen Braunstein 760 — 780 Cubikzolle dephlogistisirte Luft erhalten. Eben so kan man mit dem Salpeter verfahren. **Scheele** (Von Luft und Feuer, §. 35.) nimmt eine gläserne Retorte, und bindet statt alles Apparats eine mit Wasser angefeuchtete Blase vor, welches allerdings die wohlfeilste Art ist. Der Salpeter verliert durch diese Operation seine Säure gänzlich, und es bleibt in der Retorte blos der laugenartige Rückstand, der die Basis dieses Salzes ausgemacht hatte. **Scheele** (a. a. O.) hat sogar aus der bloßen Salpetersäure, nemlich aus dem rauchenden Salpetergeiste, seine Empyrealluft erhalten. Es schien also hiebey die Salpetersäure selbst in dephlogistisirte Luft verwandelt zu werden; so wie man auch dephlogistisirte Luft erhält, wenn man Salpeterdämpfe durch ein glühendes Pfeifenrohr gehen läßt.

Aus sehr vielen Substanzen läßt sich auch dephlogistisirte Luft durch die Hitze entwickeln, wenn man sie vorher mit Salpetersäure angefeuchtet oder darinn aufgelöset hat. Dahin gehören nach **Priestley** Mennige, Zinkblumen, Thon, Sedativsalz, Kieselsteine, Eisen und alle andere Metalle, wobey aber doch immer einige andere Gasarten mit zum Vorschein kommen, besonders wenn die gebrauchten Substanzen vom Phlogiston nicht, so viel möglich, befreyt worden sind. Enthalten sie viel Phlogiston, so geben sie salpeterartige, haben sie weniger davon, fixe, und sind sie in hohem Grade davon befreyt, dephlogistisirte Luft; die beyden letztern Gattungen gehen insgemein mit einander über.

Die reinste dephlogistisirte Luft geben die Quecksilberniederschläge, der **ohne Zusatz bereitete Quecksilberkalk** (Mercurius praecipitatus per se), und der **rothe Quecksilberniederschlag** (Praecipitatum rubrum), wovon zwar der letztere durch Salpetersäure bereitet, der erste aber gänzlich davon frey ist. Beyde haben die Eigenschaft, daß sie sich in verschloßnen Gefäßen durch die Hitze von selbst, und ohne Zusatz von Phlogiston, reduciren oder wiederum

in fließendes Quecksilber verwandeln; und da sonst bey der Reduction der Metallkalke, wenn man Phlogiston zusetzen muß, **fixe Luft** entbunden wird, so entwickelt sich hier sowohl durch die Hitze des Brennpunkts als des gewöhnlichen Feuers eine große Menge der reinsten Luft. **Priestley, Fontana, Bayen** und **Lavoisier** haben hierüber die entscheidendsten Versuche angestellt. Man sieht daraus nicht nur, daß die dephlogistisirte Luft auch ohne Salpetersäure entbunden werden könne, sondern auch, daß die Vermehrung des Gewichts bey diesen beyden Verkalkungen des Quecksilbers von der Einsaugung, nicht der fixen sondern der reinsten dephlogistisirten Luft herkomme, woraus man wahrscheinlich schliessen kan, daß es mit den Verkalkungen der übrigen Metalle eine gleiche Bewandniß habe, s. **Verkalkung**.

Aus den meisten Substanzen, welche mit Salpetersäure vermischt, reine Luft geben, z. B. der Mennige, kan man auch, theils durch die bloße Hitze, theils durch Vitriolsäure, dephlogistisirte und fixe Luft zugleich erhalten. Mit der Kochsalzsäure konnte **Priestley** keine Entwicklung reiner Luft bewirken; nur einmal erhielt er etwas aus der Destillation einer Auflösung von Mennige in Salzgeist (Exp. and Obs. Vol. IV. p. 442.). Das größte Hinderniß bey diesen Entbindungen machen die Gefäße, welche fast allezeit bis zum Glühen und noch dazu plötzlich erhitzt werden müssen, wobey dickere Gefäße zerspringen, dünnere weich werden und schmelzen. Nimmt man Flintenläufe oder eiserne Retorten, so geben diese Phlogiston. Am besten ist es, die Gefäße in einen Schmelztiegel oder blechernen Umschluß einzufassen, daß sie beym Weichwerden wenigstens nicht aus einander fallen.

Daß frische Pflanzen dephlogistisirte Luft geben, ist ebenfalls von **Priestley** schon bemerkt worden. **D. Ingenhouß** aber (Versuche mit Pflanzen rc. Leipzig, 1780. 8.) bestimmte diese Entdeckung genauer, und fand, daß frische Pflanzen, wenn sie in reinem Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, vorzüglich aus ihren Blättern und aus der untersten Fläche derselben eine beträchtliche Menge

der reinsten Luft hergeben, welche sich in Gestalt kleiner Bläschen aus ihnen entwickelt, und an die Oberfläche der Blätter ansetzt. Die Einwirkung des Sonnenlichtes ist hiebey eine nothwendige Bedingung, weil eben diese Pflanzen nach **Ingenhouß** bey Nacht oder im Schatten eine unreine und verdorbne Luft hervorbringen. Die Blätter und Stengel der Agave americana sind hiezu besonders bequem: man kan sie sogar in Stücken zerschnitten noch zu diesem Gebrauche benützen. Auch geben die saftigen Gewächse und einige kryptogamische Pflanzen, besonders der Flußwasserfaden (Conferva rivularis), die Tremella Nostoch und die Priestleyische grüne Materie, die dephlogistisirte Luft in vorzüglicher Menge (s. **Ingenhouß** über den Ursprung und die Natur der Priestleyischen grünen Materie, des Flußwasserfadens rc. in s. Vermischten Schriften B. II. S. 127. u. f.). In einigen Pflanzen findet man diese Luft sogar in eignen Behältnissen abgesondert, wie in den Fruchtbälgen der Coluthea arborescens und in den Blasen des Fucus vesiculosus.

Das bloße Brunnenwasser giebt, wenn es dem Sonnenlichte ausgesetzt wird, mit der Zeit eine Menge dephlogistisirter Luft. Da sich aber dieselbe nicht eher zu zeigen anfängt, als bis sich die grüne Materie erzeugt hat, die insgemein den Boden und die Seiten der Bassins mit Brunnenwasser bedeckt, den Namen der **priestleyischen grünen Materie** führt, und nach **Ingenhouß** mehr zum Thier- als zum Pflanzenreiche gehört, so ist wohl die Entwickelung dieser Luft mehr aus der gedachten Materie, als aus dem Wasser selbst, herzuleiten. Durch langes Stehen am Sonnenlichte wird alle im Wasser befindliche Luft gereiniget, und endlich in dephlogistisirte verwandelt, daher die stets von der Sonne beschienenen Gewässer viel zur Verbesserung der Atmosphäre beytragen können.

Die dephlogistisirte Luft ist zum Athmen der Thiere weit geschickter, als die gemeine, und diese leben daher in ihr sechs- bis siebenmal länger, als in der letztern. Sie ist es eigentlich, die wir athmen und vermittelst welcher wir leben, daher ihr auch Ingenhouß den Namen der **Lebens-**

luft (aer vitalis) beylegt. **Bergmann** (Anleitung zu chymischen Vorles. §. 292.) vermuthet sogar, daß die Bewohner der neugeschaffnen Erde durch das Athmen der damals noch reinen dephlogistisirten Luft der Atmosphäre ein so hohes Alter erreicht haben.

Sie befördert ferner die Verbrennung in einem sehr hohen Grade. Eine Kerze brennt, ehe sie auslöscht, 6—7mal länger in ihr, als in der gemeinen Luft, und mit einer weit glänzendern und größern Flamme und Hitze. Wenn man eine Blase mit ihr anfüllt, an den Hals derselben eine gläserne Röhre bindet, deren Ende in eine feine Spitze ausgezogen ist, und die Luft durch Drücken der Blase heraus gegen eine Lichtflamme treibt, so daß die Flamme dadurch in eine horizontale Richtung gebracht wird, so schmelzen kleine Metallstückchen und sogar Platinakörner, die man der Flamme auf einer Kohle entgegen hält, augenblicklich. Kampher und Phosphorus brennen in dieser Luft mit einem bewundernswürdigen Glanze, und glühende Kohlen werfen mit Knistern Funken umher. Glimmende Dachte, Papier, Zunder gerathen darinn sogleich in Flammen. Ein feiner stählerner Drath, oder eine Uhrfeder, die man vorher an der Spitze glühend gemacht hat, schmelzt und verbrennt darinn mit vielem Funkenwerfen. Zu einigen hieher gehörigen schönen Versuchen hat D. **Ingenhouß** (Vermischte Schriften, I. Band, S. 201. u. f. S. 365. u. f.) Anleitungen gegeben.

Mit brennbarer Luft vermischt, giebt diese Luftgattung eine sehr starke **Knallluft**, die sich bey Annäherung eines brennenden Körpers oder durch den elektrischen Funken entzündet, und mit einer heftigen Explosion abbrennt, s. Gas, **brennbares**. Durch das Abbrennen verwandelt sich diese Knallluft größtentheils in Wasser, wie die Versuche von **Cavendish** (Versuche über die Luft und das daraus erfolgende Wasser, in **Crells** chym. Annalen, 1785. S. 324. u. f.), **Watt** (Gedanken über die Bestandtheile des Wassers und der dephlogistisirten Luft, ebend. 1786. S. 23. u. f. Blagdens Brief, S. 58. ingl. S. 136. u. f.), und **Lavoisier** (in Lichtenbergs Magazin, B. II. St. 4. S. 91. u. f.)

beweisen. Der Letztere bediente sich eines Apparats, womit er in einem über Quecksilber gestürzten Gefäße, dem die Gemeinschaft mit der äußern Luft gänzlich abgeschnitten war, eine Mischung von 30 Pinten brennbarer, und 15 bis 18 Pinten dephlogistisirter Luft verbrennen konnte. Sobald das Gemisch entzündet ward, verdunkelten sich sogleich die Wände des Gefäßes, und überzogen sich mit einer großen Menge kleiner Wassertröpfchen, die nach und nach in größere zusammenflossen, herabrannen und die Quecksilberfläche mit einer Lage von Wasser bedeckten, welche am Gewichte beynahe eben so viel betrug, als die verbrannten Luftgattungen gewogen hatten. Dieser Versuch ist für die Lehre von der Erzeugung des Wassers sowohl, als für die Theorie der Verbrennung sehr wichtig, und leitet auf die Vermuthung, daß das Wesen der dephlogistisirten Luft und des Wassers in genauer Verbindung stehe.

Die reine Luft ist schwerer, als die atmosphärische, aber leichter, als fixe Luft. Das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren dephlogistisirter und gemeiner Luft ist nach **Priestley** wie 187:165, nach **Fontana**, wie 160:152, nach **De la Metherie**, wie 17:16. Eben dieser größern Schwere wegen entwickelt sie sich auch nach **Ingenhouß** aus der untern Fläche der Pflanzenblätter.

Sie hat eine sehr starke Anziehung gegen das Phlogiston, und wird durch alle phlogistische Processe weit mehr, als die gemeine Luft, **vermindert**. Wenn sie sehr rein ist, und man zu 2 Maaßen von ihr 2 Maaß salpeterartige Luft hinzuthut, so wird das ganze aus 4 Maaßen bestehende Gemisch in den Raum eines einzigen Maaßes zusammengezogen, und besteht nunmehr aus fixer und phlogistisirter Luft. Wenn 2 Maaß dephlogistisirte Luft mit 3 Maaßen salpeterartiger eben soviel Volumen geben, als 2 Maaß gemeine Luft mit 1 Maaß salpeterartiger, so sagt man, die dephlogistisirte Luft sey dreymal so gut, als die gemeine. Die reinste Luft, welche **Priestley** (Exp. and Obs. Vol. IV. Sect. 25.) aus der Destillation einer Quecksilberauflösung in Scheidewasser erhielt, war so gut, daß ein Maaß davon mit 2 Maaßen salpeterartiger Luft vermischt, nur den

Raum von $\frac{3}{100}$ eines Maaßes einnahm. Diese erstaunliche Verminderung leitet den D. **Priestley** auf die Vermuthung, daß dephlogistisirte und salpeterartige Luft in ihrer größten Reinigkeit nach der gehörigen Proportion vermischt, vielleicht ihre Luftgestalt ganz verlieren und dem Scheine nach verschwinden würden. Das Produkt, das sie alsdann erzeugten, müßte, weil es unsichtbar ist, im Wasser aufgelöset (vielleicht gar Wasser selbst) seyn.

Die dephlogistisirte Luft läßt sich gar nicht, oder doch nur sehr schwer mit dem Wasser vermischen, wofern dieses nicht durch Kochen oder Destilliren luftleer gemacht ist. In diesem Falle aber nimmt es nach **Fontana** (Philos. Trans. Vol. LXIX. p. 439.) etwas mehr dephlogistisirte, als gemeine, Luft in sich. Es hängt aber damit nicht sehr fest zusammen und läßt sich schon durch starkes Schütteln wieder davon befreyen.

Diese Luftgattung trübt das Kalkwasser nicht, färbt die Pflanzensäfte nicht und macht das ätzende Laugensalz nicht mild. Sie hat weder Geruch noch Geschmack, und zeigt überhaupt nicht das geringste Merkmal einer Säure.

Durch Beymischung von dephlogistisirter Luft kan sowohl die phlogistisirte als auch die fixe Luft zum Einathmen und zur Beförderung der Verbrennung geschickter gemacht werden. **Scheele** (Von Luft und Feuer, §. 50.) fand, daß in einem Gemische aus vier Theilen fixer und einem Theile Feuerluft ein Licht wieder ziemlich gut brannte. Das Wachsthum der Pflanzen aber wird durch diese Luftart nicht befördert.

Was nun die **Natur** der dephlogistisirten Luft betrifft, so nahm **Priestley** dieselbe seinen ersten Versuchen zufolge für einen aus Salpetersäure und Erde zusammengesetzten Stoff an. Wenn man bedenkt, daß der Salpeter, aus dem man soviel dephlogistisirte Luft ziehen kan, dadurch seine Säure ganz verliert, daß er sich blos in freyer Luft erzeugt, und daß viele Substanzen, z. B. der Schwefel, dennoch eingehüllte Säure enthalten, wenn sie gleich kein äusseres Merkmal derselben zeigen, so fällt man ganz natürlich darauf, daß diese Luftgattung eine in etwas anders ein-

gehüllte Salpetersäure seyn könne. **Priestley** setzt dazu noch in der Vorrede des dritten Bands seiner Versuche diese Gründe, daß man aus einer erdichten Substanz, aus der man schon dephlogistisirte Luft erhalten hat, durch wiederholtes Aufgießen von Salpetersäure immer mehr dergleichen ausziehen könne, bis der erdichte Stoff ganz erschöpft sey, und daß er bisweilen einen weißen Staub in dieser Luftgattung bemerkt habe. **Fontana** (Recherches physiques sur la nature de l' air dephlogistique) hat dagegen das Daseyn einer Erde in der dephlogistisirten Luft bestritten, weil bey der Verwandlung des Queckſilbers in rothes Präcipitat, und der Wiederherstellung aus demselben nichts am Gewicht verlohren gehe, und obgleich **Priestley** einen solchen Verlust wirklich beobachtet zu haben glaubt, so hat er doch bey seinen Versuchen ein so heftiges Feuer angewendet, daß dasselbe leicht einen Theil des Präcipitats hat verflüchtigen und dadurch den Verlust an Gewichte veranlassen können. Es ist also sehr zweifelhaft, und vielmehr unwahrscheinlich, daß ein erdichter Stoff in der dephlogistisirten Luft enthalten sey.

Wenn aber dies nicht statt findet, so wird es auch zugleich unwahrscheinlich, daß diese Luftgattung Salpetersäure enthalte, indem sie nicht die mindesten Spuren einer freyen Säure an sich trägt. Die Verwandlung der Salpetersäure und ihrer Dämpfe in dephlogistisirte Luft läßt sich alsdann auch so erklären, daß man diese Luft für das einfache Wesen, und die Salpetersäure für das zusammengesetzte annimmt. So erklärt **Fontana** (Exp. sur l' alcali etc. in *Rozier* Journal de physique. 1778) die Salpetersäure für ein Gemisch aus dephlogistisirter Luft und Phlogiston. Diese Hypothese erklärt einige Phänomene sehr leicht, z. B. die Reduction des rothen Präcipitats ohne Zusatz von Phlogiston. Dieses Präcipitat ist durch Salpetersäure bereitet, hält also noch etwas von derselben in sich. Wirkt nun das Feuer stark darauf, so wird diese Säure zersetzt, ihr Phlogiston verbindet sich mit dem Kalke, und stellt die metallische Form wieder her, die dephlogistisirte Luft aber wird entwickelt. Auch wird es hiebey

leicht begreiflich, warum man gewisse Substanzen, die kein Phlogiston enthalten, mit Salpetersäure anfeuchten muß, wenn sie reine Luft geben sollen, weil sich alsdann das Phlogiston der Salpetersäure mit den Substanzen verbindet, und die dephlogistisirte Luft frey wird.

Die Versuche scheinen überhaupt anzugeben, daß diese reinste Gattung der Luft nicht so, wie die meisten übrigen, während der Operation erzeugt, sondern nur entwickelt oder von dem, was sie vorher gebunden hielt, frey gemacht werde. Die Pflanzen saugen im Sonnenscheine das zu ihrem Wachsthum nöthige Brennbare aus der Atmosphäre, oder den sie umgebenden Stoffen, ein, und lassen den reinern Theil zurück; die Salpeter- und Vitriolsäure, die vielleicht mit dem Phlogiston näher verwandt sind, als die in der Mennige ꝛc. eingeschloßne Luft, wenden sich zu diesem Phlogiston und machen die reinere Luft frey. So scheint diese Luft der reinste Bestandtheil der Atmosphäre zu seyn, und aus dieser in andere Körper allein oder mit andern Bestandtheilen zugleich überzugehen. Je nachdem nun die Körper mit ihr mehr oder weniger verwandt sind, werden sie dieselbe schwerer oder leichter, von selbst oder vermittelst der Hitze und der Säuren von sich geben. Die Salpetersäure kan also die Entwicklung dieser Luftart befördern, ja auch wohl selbst aus ihrer Mischung reine Luft hergeben, ohne doch selbst einen Bestandtheil der dephlogistisirten Luft auszumachen. Es nöthigen uns also die Entwicklung der reinen Luft aus Salpeter, Salpetersäure und deren Dämpfen keineswegs, in dieser Luft die Salpetersäure selbst zu suchen, zumal da es so viele Methoden giebt, sie ohne Zuthun dieser Säure zu erhalten.

Die neuern Versuche über die Verbrennung der brennbaren und dephlogistisirten Luft in verschloßnen Gefäßen haben Veranlassung gegeben, die reine Luft für ein in elastischer Form dargestelltes **Wasser** zu halten. Man bekömmt nicht allein Wasser, wie schon im Vorigen angeführt ist, aus der Verbrennung der Knallluft, sondern es scheint sich auch umgekehrt das Wasser in brennbare und reine Luft zerlegen zu lassen. **Lavoisier** that in ein mit Quecksilber gefülltes und in Quecksilber umgestürztes Glas etwas Was-

ser mit sehr reiner Stahlfeile. Nach 24 Stunden fieng das Eisen an sich zu verkalken und ward zum Theil rostig. Zu gleicher Zeit entwickelte sich eine Menge brennbarer Luft, deren Menge der dephlogistisirten, die das Eisen bey der Verkalkung in sich genommen hatte, proportionirt war. Man konnte die Quantität dieser eingeschluckten Luft aus dem vermehrten Gewichte des Eisens nach seiner Trocknung schließen. Dieser Versuch zeigt also eine Zerlegung des Wassers in brennbare und dephlogistisirte Luft, wovon die erste sich absondert, die letztere hingegen sich mit dem Eisen verbindet und dessen Verkalkung bewirkt (Man s. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuste rc. B. II. St. 4. S. 91. u. f.). Aus dieser Entdeckung, von welcher bey dem Worte **Wasser** ausführlichere Nachrichten vorkommen werden, schließt **Watt**, welcher sie schon vor Lavoisiers Versuchen gekannt hatte (Man s. de **Lüc** Ideen über die Meteorologie, II. B. §. 678. u. f.), daß die dephlogistisirte Luft nichts weiter, als ein seines Phlogistons beraubtes und mit der Feuermaterie verbundnes **Wasser** sey. Die Abhandlungen der Herren **Cavendish** und **Watt** finden sich in den philosophischen Transactionen vom Jahre 1784. Diese Idee, welche **de Lüc** den ersten Stral von wahrem Lichte in der Meteorologie nennt, erklärt die Phänomene mit einer bewundernswürdigen Leichtigkeit, und es ist nicht zu zweifeln, daß sie durch die Aufschlüsse, welche sich nach **de Lüc** daraus herleiten lassen, den allgemeinen Beyfall der Naturforscher erhalten werde.

Die Untersuchungen der dephlogistisirten Luft haben uns nicht nur eine genauere Kenntniß von der Beschaffenheit der Atmosphäre und von dem großen Nutzen dieser Luftgattung für alles, was athmet und lebet, zugleich mit richtigern Erklärungen vieler Phänomene, z. B. der Verpuffung, des Schieß- und Knallpulvers rc. verschafft, sondern auch zu verschiedenen nützlichen Anwendungen Anlaß gegeben. Schon **Priestley** (Exp. and Obs. Vol. II. p. 101.) äußerte, daß die reine Luft bey Lungenkrankheiten gute Dienste thun würde; es fehlte aber anfänglich an wohlfeilen Arten, sie zu erhalten, und an bequemen Methoden, sie von Kran-

ken athmen zu lassen. Diesem Mangel scheint jetzt durch die Erfindung der leichten Art, sie aus Braunstein und Salpeter zu ziehen, und durch die bequemen Vorrichtungen, welche zum Athmen derselben von einigen Aerzten und Physikern, insbesondere von D. **Ingenhouß** (Ueber die Natur der dephlogistisirten Luft, in s. Vermischten Schriften, Band II. S. 69. u. f.) und von **Achard** (Sammlungen phys. und chem. Abhandl. B. I. S. 63.) angegeben worden sind, ziemlich abgeholfen zu seyn. Man hat das Einathmen derselben insbesondere bey Lungenkrankheiten, und ihr Einblasen als das wirksamste Rettungsmittel für Personen empfohlen, die von schädlichen Luftgattungen bis zur Ohnmacht (Asphyxia) erstickt sind. Man hat auch vorgeschlagen, denen, die sich in schädliche Luftgattungen wagen müssen, Blasen oder Gefäße mit dephlogistisirter Luft, als ein Verwahrungsmittel, mitzugeben. Daß es inzwischen beym Gebrauche dieser Luft in Krankheiten ein gewisses Größtes gebe, das man nicht überschreiten darf, ohne dem Kranken zu schaden, hat Herr **Lichtenberg** (Vorrede zur vierten Aufl. der Erxlebenschen Anfangsgr. der Naturl. Gött. 1787. 8. S. XXIX. u. f.) sehr richtig bemerkt. In gewissen Krankheiten, z. B. faulen Fiebern, ist die reine Luft eine Arzney, die wie der Wein, in Maaße gegeben, nützt, im Uebermaaße schädlich und tödtlich werden kan, weil sich die Hitze, die ihr Einathmen verursacht, durch den ohnehin äußerst erhitzten Körper des Kranken nicht so schnell, als durch einen gesunden Körper, zu vertheilen im Stande ist.

Da die dephlogistisirte Luft die Hitze der Flamme so beträchtlich verstärkt, so hat man sie auch auf das zu so vielen Absichten nützliche **Löthrohr** und die Schmelzung angewendet. Man kan zu dem Ende diese reine Luft aus einer ans Löthrohr gebundnen Blase ausdrücken, oder sich eigner Vorrichtungen bedienen, dergleichen **Gallisch** (Versuch einer Anwendung der dephlog. Luft aufs Löthrohr, in **Crells** chem. Annal. 1784. S. 31.), **Göttling** (Beschreibung verschiedener Blasenmaschinen, Erfurt, 1784. 4.), und **Geijer** (Schmelzungsversuche mit Feuerluft in den Schwed. Abhandl. von 1784. V. Band.) angegeben haben,

wobey die Feuerluft durch den Druck des Wassers aus einem Gefäße auf die Flamme geleitet wird. Zu größern Schmelzungen mit dephlogistisirter Luft haben Achard (Crells neuste Entdeck. in der Chem. Th. VIII. S. 79.) und **Lavoisier** (Hist. de l'Ac. de Paris, 1783.) kleine Oefen angegeben. Methoden reine Luft zu erhalten und zur Schmelzung zu nützen hat **Ehrmann** (Versuch einer Schmelzkunst mit Beyhülfe der Feuerluft, Strasburg, 1786. gr. 8.) sehr vollständig gesammelt. Man erhält dadurch einen ungewöhnlichen Grad der Hitze und Wirkungen, die man durch das gemeine Feuer auf keine Weise erreichen kan.

Gas, essigsaures, vegetabilisch-saures, vegetabilisch-saure Luft (Priestley), **Essigluft**, Gas acidum, acetosum, Aer acidus vegetabilis, Mephitis acetosa, *Gas acide aceteux*. Eine mit dem Wasser mischbare Gasart, welche **Priestley** aus einer sehr starken und durch Vitriolsäure concentrirten Essigsäure erhielt, und für eine in Luftgestalt dargestellte Pflanzensäure annahm.

Er entwickelte dieselbe (Exp. and Obs. Vol. II. p. 23.) durch die bloße Hitze aus einem stark concentrirten Weinessig in einem kleinen Queckfilber-Apparat, wobey er, um sie von aller Feuchtigkeit zu reinigen, zwischen das Glas mit dem Weinessige und das Quecksilber, wie Taf. X. Fig. 36. zeigt, noch ein Zwischengefäß angebracht hatte. Sie zeigte sich weit schwächer, als die mineralischen Säuren, griff das Salz und den Borax gar nicht an, löschte ein Licht aus, verband sich sehr leicht und fest mit dem Wasser, und zeigte weiter kein besonderes Phänomen, als daß sie dem Olivenöle, welches andere saure Gasarten zäher und dunkler machen, vielmehr die gelbe Farbe benahm, und mehr Durchsichtigkeit gab.

Sie unterschied sich also von der vitriolsauren Luft blos durch diese Wirkung auf das Olivenöl und durch ihren Geruch. Und da sie mit laugenartiger Luft vermischt, ihre Elasticität verlohr, eine weiße Wolke bildete, und an den Wänden des Gefäßes ein Pulver anlegte, das einem Schwefel ziemlich ähnlich sah, da überdis der gebrauchte Weinessig durch

Vitriolsäure concentrirt worden war, so zweifelt Priestley selbst, ob das, was er erhielt, etwas anders, als vitriolsaures Gas, gewesen sey, und ob es eine eigne von den übrigen Gasarten verschiedene vegetabilisch-saure Luft gebe.

De la Metherie (Essai analytique sur l'air pur et les differentes especes de l'air. à Paris, 1785. 8. p. 212.) hat sich zur Erzeugung der vegetabilisch-sauren Luft des Grünspans bedient. Er vermischte ihn mit Vitriolsäure, erwärmte das Gefäß mit einem brennenden Wachsstocke, und fieng die Luft in einem kleinen Quecksilber-Apparat auf. Dieses leichte Verfahren kan wenigstens dienen, ein solches Gas in Menge zu weitern Untersuchungen zu bereiten, wobey es sich zeigen wird, ob es in mehrern Umständen von dem vitriolsauren Gas unterschieden sey. Daß sich die Essigsäure, so wie auch andere Pflanzensäuren, z. B. die des Weinsteins und Zuckers, in Luftgestalt werden darstellen lassen, ist wohl nicht zu zweifeln, wenn es auch auf den bisher versuchten Wegen nicht angehen sollte.

Gas, flüchtig alkalisches, s. Gas, laugenartiges.

Gas, flußspathsaures, spathsaures, Flußspathgas, Flußspathsaure Luft, luftige Flußspathsäure,

Gas fluoris mineralis, Gas acidum spathosum, Aer acidus spathosus, Mephitis fluoris mineralis, *Gas acide spathique*, *Air acide spathique*. Eine in Luftgestalt dargestellte Flußspathsäure, welche man aus dem phosphorescirenden grünlichen oder bläulichen Flußspathe vermittelst aufgegoßner concentrirter Vitriolsäure bey einer gelinden Wärme erhält.

Die Entdeckung dieser besonders merkwürdigen Gasart war eine Folge der Versuche, welche Scheele über die Säure des **Flußspaths, phosphorescirenden Spaths, oder unächten Smaragds** (Fluor spathosus, Fluor mineralis, facie spathosa, particulis nitentibus, *Waller.*) anstellte, s. **Flußspathsäure.** Er destillirte diesen Spath mit starker Vitriolsäure, und sahe eine Menge erdichte Materie, wie gepülverten Sand, mit übergehen, die

auf dem Wasser in der Vorlage eine steinichte Rinde bildete, und die er anfänglich für ein durch die Säure verwandeltes Wasser hiel. (Schwed. Abhdl. B. XXXIII. S. 122. u. f.). **Priestley**, welcher von Scheelens neuer Entdeckung einer eignen Flußspathsäure Nachricht bekam, verschafte sich den nöthigen Spath von **Derbyshire**, welchen man in England zu Vasen und Verzierungen der Camine verarbeitet, und versuchte diese Säure vermittelst des Vitriolöls im Quecksilber-Apparat in Luftgestalt zu erhalten (Exp. and Obs. Vol. II. p. 189. sq.). Es gelang ihm auch, eine Menge solches Gas zu sammeln, welches, als er Wasser hinzuließ, sich zusammenzog, und eine weiße Erde auf der Wasserfläche absetzte. Er konnte nicht müde werden, diese scheinbare augenblickliche Verwandlung der Luft in einen steinichten Körper zu bewundern. Eine Blase von diesem Gas durchs Quecksilber in das Wasser gebracht, verwandelte sich bey der ersten Berührung in eine steinichte Kugel, welche in der Folge zersprang, und ihre Trümmern wie ein zartes Gewebe auf der Wasserfläche verbreitete. Mehrere Kugeln hiengen zusammen und bildeten Cylinder, und aus mehrern Cylindern entstanden Verbindungen von Röhren in Gestalt der Orgelpfeifen. So neu und auffallend diese Erscheinung ist, so läßt sie sich doch nunmehr, da man die Wirkungen der Flußspathsäure genauer kennt, ganz natürlich erklären.

Man erhält diese Gasart sehr leicht, wenn man die klein geschlagnen Stücken Spath in ein Glas mit eingeriebenem Stöpsel und durchgehendem Rohre schüttet, und etwas Vitriolöl darauf gießet. Das Gas wird alsdann, anfänglich ohne alle Wärme, in der Folge aber bey einer sehr gelinden Hitze entbunden, und kan im Quecksilber-Apparat aufgefangen werden.

Die Eigenschaften dieser Gasart sind folgende. Sie wird vom Wasser schnell verschluckt, und verwandelt dasselbe in wahre Flußspathsäure. Man kennt auch keine ande Flußspathsäure, als die, welche auf diese Art verbreitet Die Flußspathluft ist weit schwerer, als die gemeine ach Fontana im Verhältnisse 3 : 1), löscht die Flam aus,

und tödtet die Thiere schnell. Sie hat einen sauren Geschmak und den sauren safranartigen Geruch der Kochsalzsäure, röthet die Lakmustinktur, trübt das Kalkwasser, und löset, wenn sie erhitzt wird, das Glas und die Kieselerde auf. Wenn sie in gläsernen Gefäßen entbunden wird, oder Kieselerde mit dem Flußspathe vermengt ist, so sezt sie, sobald sie Wasser berührt, die erwähnte kieselartige Rinde ab; dies geschieht aber nicht, wenn man sie in metallnen Gefäßen aus reinem Spathe entwickelt. In der atmosphärischen Luft nimmt sie die Gestalt einer weißen Wolke an.

Diese Eigenschaften bringen es zur völligen Gewißheit, daß die Flußspathluft nichts anders, als eine durchs Feuer in den luftförmigen Zustand versetzte **Flußspathsäure** sey. Da diese Säure die einzige unter allen ist, welche die Kieselerde auflöset, und also das Glas angreift, so erklärt sich die Entstehung der steinichten Rinde sehr leicht. Die Spathluft nemlich greift das gläserne Gefäß und die Röhren an, durch die sie hindurch geht, und nimmt eine Menge Kieselerde aufgelöset in sich. Bey der Berührung mit dem Wasser, mit welchem die Spathluft in noch genauerer Verwandschaft steht, wird diese Erde in fester Gestalt niedergeschlagen. Wenn man die erzeugte steinichte Rinde durch wiederholtes Abwaschen von aller Säure befreyt, so verwandelt sie sich in ein weißes Pulver, das eben so feuerbeständig, als der Quarz und Kiesel, und selbst im Brennpunkte unschmelzbar ist, in eine wahre Kieselerde. Dies bestätiget sich noch mehr dadurch, daß die Erzeugung der steinichten Rinde wegfällt, wenn man die Operation in metallnen Gefäßen vornimmt, weil alsdann die Spathluft keine Kieselerde in sich nehmen kan. Dies lehrt uns den sonst kaum glaublichen Satz, daß diese so schwere feste und feuerbeständige Erde dennoch verflüchtiget, ja sogar in ein luftförmiges elastisches Aggregat gebracht werden könne.

D. Priestley erklärte die Spathluft für eine **Vitriolsäure**, welche etwas Phlogiston und die Erde des Flußspaths bey sich führe. Er wußte damals noch nicht, daß die Erde in ihr fehlet, wenn sie nicht durch Glas gegangen

ist; auch war es noch nicht so gewiß erwiesen, daß der Flußspath eine eigne Säure habe. Er glaubte durch einen entscheidenden Versuch erweisen zu können, daß dieses Gas von vitriolsaurer Art sey. Wenn man nemlich das mit ihm imprägnirte Wasser einer gelinden Hitze aussetzt, so geht eine elastische Materie heraus, die der vitriolsauren Luft ganz ähnlich ist, und sich mit dem Wasser verbindet, ohne eine Rinde abzusetzen. Dieser Versuch ist aber sehr leicht zu erklären: die im Wasser enthaltene Luft nemlich hatte die Kieselerde schon vorher abgesetzt, als sie sich mit dem Wasser verband, und da sie jezt wieder unmittelbar aus Wasser in Wasser übergieng, ohne Glas zu berühren, so war auch kein weiterer Niederschlag einer Kieselerde möglich. Auch gelang es ihm nicht, die vitriolsaure Luft durch hineingebrachten Flußspath, auf welchen er den Brennpunkt einer Glaslinse hinlenkte, in Spathluft zu verwandeln — ein deutliches Zeichen, daß die aufgelöste Erde nicht aus dem Flußspathe komme. Er fand auch, daß das mit Spathluft geschwängerte Wasser weit später gefriere, als das mit vitriolsaurer Luft imprägnirte. Endlich bemerkte er selbst (Exp. and Obs. Vol. IV. p. 434.), daß diese Luft das Glas angreife. Man findet übrigens **Priestleys** und **Monnets** Gründe wider die Eigenthümlichkeit der Flußspathsäure, die sie vielmehr für eine Vitriolsäure halten wollten, in ihren in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte (I. Band 3 Stück, S. 290 u. f.) übersetzten Abhandlungen.

Uebrigens schlucken auch der Weingeist und Aether die Spathluft ein, ohne ihre Entzündbarkeit und Durchsichtigkeit zu verlieren. Der Alaun, der lebendige und rohe Kalk und die Holzkohlen nehmen auch einen Theil dieser Luft in sich, da hingegen Terpentinöl, Schwefel und Schwefelleber, Küchensalz, Salmiak, Eisen und Gummilak keine Wirkung darauf äußern.

Gas, hepatisches, hepatische Luft, Schwefelleberluft, stinkende Schwefelluft (Scheele), Gas hepaticum, Aer hepaticus, Mephitis hepatica, *Gas he-*

patique, Air hepatique. Eine mephitische entzündliche und mit dem Wasser mischbare Gasart, die man aus den Schwefellebern (d. i. aus Verbindungen des Schwefels mit Laugensalzen, alkalischen Erden oder einigen Metallen) vermittelst der Salz- oder Vitriolsäure erhält. Die Entdeckung dieser Gasart sind wir Herrn **Bergmann** (De mineris Zinci, §. 8. 9. in Opusc. To. II.) schuldig, der sie zuerst aus der sogenannten **schwarzen Blende** (Pseudogalena nigra Danemorensis), einem schwefelhaltigen Zinkerz, durch aufgegoßne Vitriolsäure erhielt.

Man kan dieselbe aus allen Schwefellebern durch Aufguß einer Säure, vorzüglich der Salzsäure ziehen, aber nicht durch Salpetersäure (**Bergmann** Anl. zu chem. Vorlesungen, §. 310.). Auch aus den künstlich bereiteten metallischen Schwefellebern, z. B. aus gleichen Theilen von fein geriebnem Braunstein und gepülvertem Schwefel, aus 3 Theilen Eisenfeile und 2 Theilen Schwefel bekömmt man hepatische Luft, wenn man diese Gemenge in einer Retorte so lange erhitzt, bis kein Schwefel mehr aufsteigt, und dann eine Säure aufgießt. Die **spanische Soda**, eine laugenartige Substanz, welche zugleich Schwefel hält, giebt nach **Gmelin** (Einl. in die Chymie. Nürnb. 1780. 8. §. 33.) mit Vitriol- Salz- oder Essigsäure ein entzündliches Gas, welches hepatisch ist. **Scheele** (Von Luft und Feuer, S. 150.) hat selbst aus Kohlenstaub und Schwefel, und (S. 154.) aus Baumöl und Schwefel durch starke Hitze dergleichen erhalten, welche Erfahrung sogar **van Helmont** (De flatibus, §. 7.) schon kannte.

Dieses Gas hat den ausnehmend starken stinkenden Geruch der faulen Eyer oder der aufgelösten Schwefelleber. Es tödtet die Thiere, und löscht die Lichter aus. Mit atmosphärischer Luft vermischt brennt es bey Annäherung eines Lichts oder durch den elektrischen Funken mit einer röthlich blauen Flamme, und setzt dabey an die Wände des Gefäßes etwas Schwefel ab. Mit dreymal so viel atmosphärischer Luft verbrennt es schneller und mit einem Schlage. Es röthet die Lakmustinktur nicht, und färbt den Violensyrup grünlich. Es trübt das Kalkwasser nicht. Wenn

man es über Quecksilber mit atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft vermischt, so vermindert sich das Volumen beyder Luftgattungen, die hepatische Luft läßt den Schwefel fallen, und die respirable wird phlogistisirt und verdorben.

Das Wasser nimmt die hepatische Luft sehr willig in sich, und kömmt alsdann mit dem Wasser der Schwefelbäder, s. **Bäder, warme**, überein (*Bergmann* de aquis medicatis, calidis arte parandis, in Opusc. Vol. I. p. 229. sq.) Wenn es heiß ist, löset es weniger davon auf. In der mittlern Temperatur nehmen 100 Cubikzoll Wasser etwa 60 Cubikzoll hepatisches Gas in sich. Nach **Hahnemann** (Von der Arsenikvergiftung. Leipz. 1786. 8. S. 26) nehmen 42000 Gran kaltes Wasser so viel hepatische Luft auf, daß 100 Gran Schwefel dadurch aufgelöset sind. Das dadurch entstandene Schwefelwasser hat einen starken Schwefellebergeruch, einen starken süßlichen ekelhaften Geschmack, und sieht klar und hell aus, so lange es noch nicht an der Luft gestanden hat. Es röthet die Lakmustinktur nicht, wenn nicht die zur Bereitung gebrauchte Schwefelleber mit mildem Laugensalze verfertigt gewesen ist, in welchem Falle unter der hepatischen etwas fixe Luft befindlich ist, die die Lakmustinktur röthen und das Kalkwasser trüben kan. Durch Kochen in ofnen Gefäßen wird die hepatische Luft ganz aus dem Wasser getrieben. Durch lange Berührung mit gemeiner Luft, ingleichen durch Salpetersäure wird das Phlogiston aus dem Schwefelwasser gezogen, der üble Geruch verschwindet und der Schwefel schlägt sich nieder. Daher kömmt der Schwefel, den einige warme Bäder, z. B. die aachner, an der Luft absetzen. Gesättigtes Schwefelwasser schlägt die Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren mit verschiedenen Farben nieder, schwärzt das Silber und Quecksilber und löset die Eisenfeile auf.

Nach **Bergmanns** Meynung besteht die hepatische Luft aus Phlogiston und Schwefel, welche durch den Beytritt gebundener Wärme die Luftgestalt erhalten haben. Alle Substanzen, die das Brennbare stark anziehen, z. B. reine Luft, scheiden aus ihr den Schwefel ab, und werden phlogistisirt. Wäre die hepatische Luft blos luftförmiger

Schwefel, so würde sie durch die reine Luft bey Absonderung des Brennbaren in vitriolsaure Luft verwandelt werden müssen. Die Entstehung dieser Gasart erklärt Herr Gren (Systematisches Handbuch der Chemie, Halle, 1787. gr. 8. Erster Theil, §. 770.) aus dem schwachen Zusammenhange der Bestandtheile des Schwefels in der Schwefelleber, wobey die Laugensalze, Erden oder metallischen Theile die Vitriolsäure des Schwefels stärker, als sein Phlogiston, anziehen, und also gleichsam einen Theil des Phlogistons frey machen, wodurch bey der Entbindung dieser Luftart ein Theil des Schwefels mit mehrerm Phlogiston verbunden und durch die Wärme luftförmig wird.

Gas, laugenartiges, flüchtig=alkalisches, flüchtig=alkalische Luft, laugensalzige Luft, urinöse Luft, Gas alcalinum volatile, Aer alcalinus, Mephitis urinosa, *Gas alcali-volatil*. Eine mephitische entzündbare, mit dem Wasser mischbare Gasart, die man aus dem flüchtigen Laugensalze erhält, indem man entweder das ätzende flüchtige Alkali selbst, oder den Salmiak mit hinzugethanem Kalk oder Mennige erhitzt — ein flüchtiges Laugensalz in Luftgestalt.

Priestley (Exp. and Obs. Vol. I. der deutsch. Uebers. S. 159. u. f.) ward durch seine Entdeckung der salzsauren Luft auf die Vermuthung geleitet, daß sich vielleicht mehrere Salze auf eine ähnliche Art würden bearbeiten lassen. Er fand dies auch bestätiget, und erhielt aus dem Hirschhornsalze und flüchtigen Salmiaksalze durch die bloße Erwärmung an der Lichtflamme eine elastische Materie, die sich zwar von den übrigen Gasarten unterschied, aber noch sehr viele fixe Luft enthielt. Fortgesetzte Versuche lehrten ihn Methoden, sie reiner zu entwickeln.

Man erhält diese laugenartige Luft am besten, wenn man starken **ätzenden Salmiakgeist** (Spiritus salis ammoniaci cum calce viva paratus) in einem Kolben gelind erhitzt und das aufsteigende Gas im Quecksilber=Apparat auffängt. Statt des fertigen ätzenden Laugensalzes kan man aber auch 2 Theile ungelöschten Kalk und einen

Theil gemeinen Salmiak oder 9 Theile Mennige und 4 Theile Salmiak nehmen. Die fixen Laugensalze und das milde flüchtige, geben bey dieser Behandlung entweder gar kein Gas, oder blos fixe Luft, oder doch eine mit sehr viel fixer Luft vermischte laugenartige.

Da bey dem vorgeschriebenen Verfahren viel wässerichte Theile mit übergehen, so thut man wohl, wenn man sich auch hier des Taf. X. Fig. 36. vorgestellten Zwischengefäßes bedienet.

Die urinöse Luft hat den durchdringenden fast erstickenden Geruch des ätzenden Salmiakgeists, und einen scharfen, ätzenden urinösen Geschmack. Sie färbt den Veilchensyrup grün. Sie wird vom Wasser gänzlich verschluckt, und verwandelt das destillirte in einen wahren ätzenden Salmiakgeist, wobey viel Wärme frey wird. Eis schmelzt daher sehr schnell in ihr, und wird dann auch Salmiakgeist, wobey wieder Kälte entsteht. Das Kalkwasser trübt sie gar nicht; lößt sich aber doch nach und nach darinn auf, und schlägt lebendigen Kalk daraus nieder. Sie tödtet die Thiere, und löscht Lichter aus. Doch entzündet sie sich im reinen Zustande etwas, oder vergrößert vielmehr die Lichtflamme auf einen Augenblick. Sie ist leichter, als die gemeine Luft (nach Fontana im Verhältniß 7 : 15), und wird durch die Hitze mehr, als die gemeine, ausgedehnt.

Mit atmosphärischer Luft vermischt entzündet sie sich mit einem Knalle, und brennt mit einer schwachen Flamme. Der elektrische Funken vergrößert alsdann nach Priestley (Exp. and Obs. Vol. II. p. 239.) ihr Volumen, und verwandelt sie in brennbare Luft. Einige glauben, es komme ihr diese Entzündbarkeit nicht wesentlich zu, sondern zeige sich nur, wenn sie aus einem mit vielem Phlogiston versehenen Laugensalze entbunden oder sonst mit Brennbarem versetzt worden sey, womit sie eine sehr große Verwandschaft hat. Es ist aber auch anjetzt sehr wahrscheinlich, daß das flüchtige Alkali wesentlich Phlogiston enthalte. Mit den respirablen Luftgattungen, ingleichen mit hepatischer und nitröser Luft vermischt oder mengt sie sich, ohne zersetzt zu werden.

Mit den sauren Luftarten zeigt sie eines der auffallendsten Phänomene in der ganzen Physik, da nemlich zwo unsichtbare Substanzen im Augenblicke ihrer Berührung die Elasticität verlieren, und einen festen weißen Salmiak erzeugen. Hiebey werden zur Sättigung auf zwey Maaß laugenartige Luft, von der salzsauren Luft zwey Maaß, von der vitriolsauren ein Maaß und von rothen Salpeterdämpfen $\frac{2}{7}$ Maaß erfordert. Auch die Säuren selbst in der flüßigen Gestalt verschlucken die laugenartige Luft, und werden dadurch in wahre Salmiakauflösungen verwandelt, wobey sich viele Wärme entwickelt. Mit der Luftsäure wird die alkalische Luft zu einem milden flüchtigen Alkali, das sich in krystallinischer Form an die Wände des Gefäßes anlegt.

Diese Eigenschaften zeigen deutlich, daß diese Gasart das flüchtige Laugensalz selbst sey, welchem der damit verbundne Wärmestof eine luftförmige Gestalt gegeben hat. Diese gebundene Wärme wird frey, wenn Wasser, Säuren rc. das Laugensalz anziehen. Auch das Eis macht Wärme frey, aber das Schmelzen desselben bindet sie wieder, und noch mehr dazu, daher entsteht hiebey Kälte. Es erklärt sich ferner hieraus, warum man das ätzende flüchtige Alkali nicht in trockner Gestalt darstellen kan, weil es sich nemlich allezeit in Luftgestalt entbindet und also einen Körper finden muß, der es auflöset und in sich nimmt.

Gas, mephitisches, (Macquer), **Kalkgas** (Keir), **wildes Gas oder weinichtes Gas** (van Helmont), **fixe Luft** (Black, Priestley), **künstliche Luft** (Boyle), **mephitische Säure** (Bewley), **Luftsäure** (Bergmann), **Kreidensäure** (Bouquet), **Sauerluft** (Ingenhouß), Gas mephiticum, calcareum, silvestre, vinosum, Mephitis vinosa, acidula, Aer fixus, Aer factitius, Acidum mephiticum, Acidum aëreum s. atmosphaericum, Acidum cretae, *Gas méphitique*, *calcaire*, *Air fixe*, *Acide méphitique*, *Acide crayeux*. Das mephitisches Gas oder die fixe Luft ist diejenige mit dem Wasser mischbare, nicht respirable Gasart, welche bey der Weingährung aus den Körpern

hervorgeht, und aus den milden Laugensalzen und alkalischen Erden durch Säuren entwickelt wird.

Diese Luftgattung ist vielleicht unter allen übrigen, die gemeine Luft ausgenommen, den Menschen zuerst bekannt geworden; aus ihr bestehen die **erstickenden Schwaden** oder die **bösen Wetter** der Bergleute, die man sonst den durch die Luft verbreiteten unterirdischen Ausdünstungen zuschrieb. **Van Helmont** bemerkte um die Mitte des 16ten Jahrhunderts, daß sich dieser erstickende Dampf auch über der Oberfläche gährender Körper befinde, und gab ihm daher den Namen Gas vinosum. **Boyle** machte unter andern zahlreichen Erfahrungen über die aus den Körpern entwickelten luftförmigen Stoffe, auch diese, daß gestoßene und in destillirten Weinessig geschüttete Korallen und Austerschalen Luft erzeugten, die er **künstliche Luft** (factitious air) nannte, und worüber er seine Versuche schon am 15ten Märzt 1664 derjenigen Gesellschaft von Gelehrten vorlegte, aus welcher bald darauf die königliche Societät zu London entstand. Man nahm sie damals, so wie andere von **Boyle** entwickelte Gasarten, für gemeine Luft, welche ihre Elasticität verlohren habe, und sich als Element in der Grundmischung der Körper befinde. Es ist zu verwundern, daß man so lange Zeit angestanden hat, diesen Gegenstand genauer zu untersuchen.

Erst im Jahre 1756 setzte D. **Black** in Edinburgh die von Boyle angefangenen Versuche fort, und fand, daß sich eben die Luft, welche jener erhalten hatte, aus allen kalkartigen oder laugenartigen Körpern hervorbringen ließ. Er nannte sie **fixe Luft**, weil sie vor ihrer Entwickelung in den Körpern **festgehalten** oder gebunden war, und man damals noch nicht so bestimmt wußte, daß sich außer ihr noch so viele andere vorher ebenfalls gebundene Gasarten freymachen ließen.

Priestley, der durch seine Erfahrungen die wesentliche Verschiedenheit der mehrern Luftgattungen genauer bestimmte, ließ dennoch denjenigen, die man schon vor ihm gekannt hatte, ihre alten Namen, behielt also auch für diese den Namen der **fixen Luft** bey, obgleich derselbe viel zu allge-

mein ist, und allen Gasarten zukömmt. Die Alten (Virgil. Aen. VII. v. 84. Pers. Sat. III. v. 99.) nannten die schwefelartigen Schwaden in der Atmosphäre Mephites; daher man theils allen nicht respirablen Gasarten mit **Priestley** den Namen der **mephitischen** beygelegt, theils auch die hier beschriebne besondere Gattung mit **Macquer** das **mephitische Gas** genannt hat. Die schicklichste unter allen ist die von **Bergmann** gewählte Benennung der **Luftsäure**, da diese Gattung ohne Zweifel eine eigne Säure in Luftgestalt ist.

Man erhält das mephitische Gas aus den milden alkalischen Erden und Salzen durch aufgegoßne Säuren, und durch Feuer; man bekömmt es auch aus den in der Weingährung befindlichen Körpern. Die leichteste Methode ist, sich der Taf. X. Fig. 35. vorgestellten Vorrichtung so zu bedienen, wie es bey dem Worte: **Gas, brennbares,** angezeigt worden ist, nur daß in die Flasche FG, Kreide oder gestoßner Marmor gethan, und Vitriolöl mit 4 — 5mal so viel Wasser verdünnt aufgegossen wird. Es entsteht hiebey ein starkes Aufbrausen, und die häufig entwickelte Luftsäure geht durch das gebogne Rohr und durch das Wasser im umgestürzten Cylinder in den obern Raum des letztern bey K über. Man kan aber auch anstatt des Marmors oder der alkalischen Erden ein jedes der drey Laugensalze, und statt des Vitriolöls eben sowohl Salzgeist, Scheidewasser oder jede andere Säure gebrauchen. Die erhaltene fixe Luft ist in allen diesen Fällen immer einerley und hat eben dieselben Eigenschaften.

Durch die Wirkung des Feuers erhält man dieses Gas aus den Kalkerden, wenn man sie in einer gläsernen Retorte im Sandbade, oder in einer irdenen Retorte unmittelbar der Hitze aussetzt. Metallne Gefäße oder Flintenläufe darf man hiezu nicht gebrauchen, weil aus ihnen Phlogiston mit übergeht. Ueberhaupt geben fast alle Materien, die man dem Feuer aussetzt, unter andern Gasarten, welche sich daraus entwickeln, auch etwas fixel Luft; vorzüglich aber die alkalischen Substanzen.

Nach **Cavendish** (Phil. Transact. 1776.) enthält der Marmor $\frac{407}{1000}$ seines Gewichts, die Weinsteinkrystallen $\frac{428}{1000}$ des ihrigen, und der flüchtige Salmiak $\frac{528}{1000}$ des seinigen, fixe Luft; nach **Bergmann** (De acido aëreo, Sect. VII) das Weinsteinsalz $\frac{33}{100}$; nach **Jacquin** (Examen doctrinae Mayerianae de acido pingui) der Kalkrahm $\frac{11}{12}$ seines Gewichts. **Boyle, Boerhaave** und **Hales** haben schon die bey verschiedenen ähnlichen Processen entbundenen Quantitäten des luftförmigen Stofs bestimmt angegeben; da sie aber die unterscheidenden Kennzeichen der Luftsäure nicht kannten, so kan man nicht wissen, ob diese Quantitäten ganz aus Luftsäure bestanden haben.

Auch wird bey jeder Verbrennung, nur die des Schwefels und der Metalle ausgenommen, fixe Luft entwickelt. Ein Licht, das unter einer in Kalkwasser umgestürzten Glocke brennt, schlägt sogleich den Kalk nieder, welches ein unfehlbares Kennzeichen einer Gegenwart der Luftsäure ist. Bey der Verkalkung der Metalle zeigt sich keine fixe Luft, bey der Reduction der Kalke aber kömmt nebst der dephlogistisirten Luft immer auch etwas fixe und bisweilen lauter fixe zum Vorschein.

Man kan endlich auch durch die Gährung diese Gasart erhalten. **Prieftley** bediente sich dieses Mittels bey seinen ersten Versuchen in einem nahe bey seiner Wohnung gelegenen Brauhause. Ueber dem Gebäude, wenn es auf der Kufe in Gährung tritt, befindet sich gemeiniglich eine 9 — 12 Zoll (nach dem **Duc de Chaulnes** oft auf 4 Schuh) hohe Schicht fixer Luft, in die man nur eine Flasche mit aufwärts gekehrter Oefnung hängen darf. Die fixe Luft senkt sich durch ihre Schwere von selbst in die Flasche hinein, und treibt die leichtere gemeine Luft aus der Oefnung derselben heraus. Man kan auch einen mit Wasser gefüllten und in Wasser umgestürzten Glascylinder nahe an das Bier selbst (wo die fixe Luft am reinsten ist) bringen, und durch Aufheben des Cylinders Blasen von derselben in ihn aufsteigen lassen.

Von Natur findet sich die fixe Luft in Gruben, Höhlen Brunnen und andern Plätzen, denen der Luftzug mangelt,

wo sie durch eine natürliche Gährung oder Verbrennung, z. B. in der Nachbarschaft der Vulkane, Kiese u. dgl. entstehen kan. Schon seit mehrern Jahrhunderten kennt man die **Hundsgrotte** (Grotta del cane) bey Neapel wegen der auf ihrem Boden ruhenden Schicht von fixer Luft, welche aus den Spalten der Erde hervordringt. Nahe am Boden dieser Grotte sterben die Thiere unter heftigen Zuckungen, oder werden wenigstens auf einige Zeit der Empfindung beraubt, und die hineingebrachten Fackeln und Lichter verlöschen. Der Dampf der Kerzen verbreitet sich in der etwa 14 Zoll hohen Schicht über dem Boden, und sinkt, wenn man ihn zur Höhle hinaustreibt, in der gemeinen Luft nieder, in der sonst der Rauch in die Höhe steiget. Der Boden um diese Grotte hat viele warme Quellen, Ausbrüche von Rauch ꝛc., und sehr nahe dabey ist die bekannte Solfatara, eine ganz schweflichte und stets dampfende Gegend. Die bösen Wetter der Bergwerke löschen die Grubenlichter aus, und ersticken bisweilen die Arbeiter, die ihnen zu nahe kommen. Sie legen sich auf den Boden oder auf das Liegende, so wie die brennbaren Dämpfe am Hangenden schweben. Von eben dieser Art sind die erstickenden Schwaden in den Kellern, wo Bier oder Most gährt.

In den Gesundbrunnen befindet sich viel fixe Luft, s. **Gesundbrunnen**, welche oft auch als eine Schicht über der Oberfläche ihrer Quellen schwebet. Sie giebt sowohl ihnen, als den abgegohrnen Liquoren, welche noch immer viel fixe Luft enthalten, den angenehmen stechenden Geschmack; daher man schale Biere oder Weine durch zugesetzte fixe Luft oder durch Vermischung mit jungem gährendem Biere oder Moste wieder herstellen kan. Darauf gründet sich auch die Verbesserung des sauren Biers durch Kreide, die die Säure absorbirt, und durch ihre frey werdende fixe Luft den Geschmack wieder erhebt.

Endlich macht auch die fixe Luft einen Bestandtheil der Atmosphäre aus, der jedoch vielleicht nur zufällig ist, und insgemein etwa $\frac{1}{10}$ des Ganzen beträgt; so wie sie sich auch in der Luft, die wir ausathmen, in ziemlicher Menge findet.

Die fixe Luft ist nach **Bergmann** im Verhältnisse 3 : 2, nach **Lavoisier** im Verhältnisse 561 : 455, specifisch schwerer, als die atmosphärische, und sinkt daher in der letztern zu Boden. Dies giebt Gelegenheit zu sehr artigen Versuchen, dergleichen der Duc de Chaulnes (Mém. des Sav. étrangers 1778.) vor der Pariser Akademie angestellt hat. Man kann nemlich die unsichtbare fixe Luft aus einem Gefäße in ein anderes, wie Wasser oder wie jedes sichtbare Fluidum, ausgießen, und dadurch ein Licht auslöschen, eine Maus tödten u. s. w. Man gießt dem Augenscheine nach Nichts aus einem Becher, worinn Nichts ist, in einen andern, worinn auch Nichts ist, mit vieler Vorsicht, Nichts zu verschütten, und kan doch dadurch Thiere tödten, Lichter auslöschen, Salze krystallisiren u. dgl Will man die fixe Luft sichtbar machen, so darf man nur den Dampf einer Kerze hineingehen lassen, den sie in sich behält. Alsdann sieht man die glatte Oberfläche, an der sie sich von der gemeinen Luft über ihr scheidet, und welche wellenförmig wird, wenn man darauf bläset. Treibt man diesen in fixer Luft schwebenden Dampf über den Rand des Gefäßes hinaus, so läuft er an den Seiten hinunter.

Diese Gasart löscht das Feuer schnell aus, und zieht den Dampf der Kerzen stark an sich. Sie ist untauglich zum Athmen, und Thiere können darinn nicht fortleben. Die warmblütigen sterben am schnellsten, später die Amphibien, die Insecten werden nur halb getödtet, die Irritabilität wird schnell vernichtet, und das noch warme Herz eines so getödteten Thiers zeigt keine Bewegung mehr.

Die fixe Luft wird vom kalten Wasser völlig eingeschluckt, jedoch nicht so schnell, daß man sie nicht mit Wasser in Gefäße einschließen und eine Zeitlang darinn aufbewahren könnte. Nach **Bergmann** verschluckt das Wasser bey 41 Grad Temperatur nach Fahrenheit etwas mehr davon, als sein eigen Volumen austrägt; bey 50 Grad Temperatur kaum ein gleiches Volumen, und so immer weniger, je heißer es ist. Ganz heißes Wasser nimmt gar keine fixe Luft in sich; man kan daher diese Luft durch Kochen, aber auch durch die Luftpumpe und durchs Gefrieren, wieder aus

dem Wasser treiben. Das Schütteln befördert die Auflösung der Luftsäure im Wasser. Es bleibt aber dabey allezeit ein Rückstand übrig, den das Wasser nicht auflöset, und der aus verdorbner oder phlogistisirter Luft besteht. Durch die Imprägnation des Wassers mit fixer Luft entsteht das **künstliche Sauerwasser**, oder **luftsäurehaltige Wasser** (aqua aërata), das die Sauerbrunnen nachahmt, von dessen Bereitung man den Artikel: **Parkerische Maschine** nachsehen kan.

Die fixe Luft ist eine wahre **Säure**. Sie färbt nach **Bergmanns** genauen Versuchen (Schwed. Abhdl. v. 1773 und De acido aëreo, §. VI.) die Lakmustinktur roth, ändert aber, weil sie sehr schwach ist, die Farbe des Veilchensyrups nicht, wodurch **Priestley** anfänglich bewogen ward, ihre saure Natur in Zweifel zu ziehen. Allein sie giebt doch dem Veilchensyrup, wenn ihn Laugensalze grün gefärbt haben, seine blaue Farbe wieder; und überdies beweiset der saure Geschmack des mit ihr imprägnirten Wassers, und ihr Verhalten gegen die Laugensalze und Erden zur Gnüge, daß sie eine wahre Säure sey. Nach Herrn Achards Versuchen (Chym. phys. Schriften, S. 37. u. f.) können auch in dem mit ihr imprägnirten Wasser alle Metalle aufgelöset werden; das Eisen löset sich darinn sehr leicht auf.

Die Pflanzen gedeihen nach **Priestley's** Versuchen nicht in ihr, ob sie gleich, wie **D. Ingenhouß** (Versuche mit Pflanzen rc.) gezeigt hat, im luftsauren Wasser sehr gut vegetiren, und die Säure aus demselben in sich nehmen.

Die Erscheinungen, welche die Kalkerden und Laugensalze bey ihrer Verbindung mit der Luftsäure zeigen, sind so merkwürdig, und für die chymischen Untersuchungen so wichtig, daß sie umständlich angeführt zu werden verdienen. I. Wenn Kalkerden und Laugensalze in ihrem gewöhnlichen Zustande mit Säuren vermischt werden, so entsteht ein Aufbrausen, und es wird dadurch eine große Menge Luftsäure entwickelt. II. Die Kalkerden und Laugensalze halten sonst die fixe Luft sehr fest an sich. Es gehört z. B. ein starkes Feuer dazu, diese Luftgattung aus der Magnesia zu treiben; und Kalkerden, aus denen man schon eine

Menge davon durchs Feuer entwickelt hat, geben immer noch mehr, wenn man Säuren darauf gießt. Die Säuren aber treiben auf einmal alle fixe Luft heraus. III. Die sonst im Wasser unauflöslichen Kalkerden lösen sich darinn auf, sobald sie ihre fixe Luft verlohren haben. So ist der Kalkstein oder **rohe Kalk** im Wasser unauflöslich; hingegen der **lebendige**, d. i. seiner fixen Luft beraubte Kalk löset sich darinn auf und giebt dadurch das sogenannte **Kalkwasser**. Setzt man diese Substanzen wieder in Stand, fixe Luft anzunehmen, so verlieren sie die Auflöslichkeit im Wasser aufs neue. Wird z. B. Kalkwasser der fixen Luft ausgesetzt, so absorbirt der Kalk diese Luft, schlägt sich dadurch aus dem Wasser nieder, und macht das vorher helle Kalkwasser trüb. Dieser Niederschlag ist wiederum **roher Kalk**. Vermischt man das Kalkwasser mit Weingeist, so schlägt dieser zwar auch den Kalk nieder, aber dieses Präcipitat ist noch **lebendiger Kalk**: denn hier ist der Niederschlag durch Verbindung des Weingeists mit dem Wasser geschehen, und keine fixe Luft hinzugekommen. IV. Die Laugensalze werden, wenn sie ihre fixe Luft verlieren, kräftigere Auflösungsmittel und weit mehr **kaustisch**, aber unfähig zur Krystallisation und zum Aufbrausen mit Säuren. Giebt man ihnen aber, so wie den kaustischen Erden, ihre fixe Luft wieder, so werden sie **mild**, brausen mit den Säuren, werden schwerer, der Krystallisation fähig u. s. w. Daher schießt z. B. das Weinsteinöl, so bald man fixe Luft dazu bringt, in Krystallen an.

Dies sind Entdeckungen eines scharfsinnigen Naturforschers, des D. **Black** in Edinburgh (Exp. on Magnesia alba etc. in den Essays and observations read before a Society in Edinburgh, Vol. II. p. 157.), welcher die Benennungen der milden und kaustischen Laugensalze zuerst einführte, und auf seine Erfahrungen eine sinnreiche Theorie baute, s. **Kausticität**. Eben derselbe hat auch zuerst bemerkt, daß, wenn man die Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren durch ein mildes Alkali oder durch eine Kalkerde niederschlägt, sich die fixe Luft von dem Alkali trenne und mit dem Niederschlage verbinde.

Diese und andere Erscheinungen, welche keiner andern Säure, außer der fixen Luft zukommen, machen, daß man diese Luftgattung mit **Bergmann** für eine **eigne Säure** (acidum sui generis), die sich von allen übrigen unterscheidet, halten muß. Als D. **Priestley** zuerst anfieng, die Lehre von den Luftgattungen aufzuklären; glaubten einige, der saure Geschmack des mit fixer Luft imprägnirten Wassers komme von einem Theile der **Vitriolsäure** her, welche man zur Entwicklung der Luft gebraucht habe, und von welcher etwas mit in dieselbe übergegangen sey. Aber der Geschmack des luftsauren Wassers, der von dem Geschmacke des mit Vitriolsäure tingirten ganz verschieden ist, und die Versuche mit fixer Luft, welche durch Feuer aus der edinburgischen Magnesia ohne alle Vitriolsäure gezogen war, und dennoch dem Wasser eben diesen Geschmack gab, auch die Lakmustinktur röthete, widerlegten dieses Vorgeben bald. **Bewley** bewieß auch durch entscheidende Versuche (**Priestley** Versuche und Beob. B. II. im Anhange Num. 1.), daß diese Säure der fixen Luft nicht blos **beygemischt** sey, weil alkalische Auflösungen aus dieser Luft nicht blos den sauren Theil hinwegnahmen, sondern die ganze Luft einschluckten. Auch war alle Mühe, sie mit irgend einer der bekannten Säuren zu vergleichen, vergeblich, und **Bewley** sahe sich genöthiget, sie mit Bergmann für eine besondere Säure zu erklären, daher er ihr denn auch den eignen Namen der **mephitischen Säure** beylegte.

Andere, z. B. **Sage**, haben diese Luftsäure für eine **Salzsäure** halten wollen, welche durch die Digestion über Sand mit Oel getränkt flüchtig geworden sey. Allein der **Düc de Chaulnes** und Herr **Achard** (Chym. physik. Schriften, S. 305 — 328.) haben bewiesen, daß die nach Sage's Art behandelte Salzsäure fast in keiner Eigenschaft mit der Luftsäure übereinstimme.

Viele Chymisten, unter andern **Macquer**, sind geneigt, die fixe Luft für eine aus reiner Luft und Feuermaterie oder Phlogiston zusammengesetzte Substanz zu erklären, so daß die phlogistisirte Luft gleichsam zwischen der reinen und der fixen oder vollkommen mephitischen das Mittel hal-

ten soll. Sie führen zum Beweise an, daß sich die im Wasser geschüttelte fixe Luft zuerst der phlogistisirten nähere, endlich aber der Natur der reinen Luft nahe komme. **Priestley** hingegen hat im vierten Bande seiner Versuche (Sect. XXXIX. no. 9.) dieser Behauptung mit Recht widersprochen, und geäußert, daß man eher die fixe Luft für das Mittel zwischen phlogistisirter und reiner erklären könne. Eine blos durch Brennbares verdorbne Luft, sagt er, zeigt keine Eigenschaften einer Säure, ist leichter als reine Luft, und verbindet sich nicht gern mit dem Wasser; die fixe Luft hingegen hat gerade die entgegengesetzten Eigenschaften. Auch kan man nie phlogistisirte Luft durch mehrern Zusatz von Brennbarem in fixe verwandeln.

Scheele (Von Luft und Feuer, §. 93.) kehrt diese Stufenleiter ganz um, erklärt die Luftsäure für leer von Phlogiston, die verdorbene Luft für phlogistisch, und die Feuerluft für eine mit Phlogiston gesättigte Luftsäure. Er gründet dies hauptsächlich auf den falschen Wahn, daß die brennbare Luft durchs Athmen vom Phlogiston befreyt werde, daß also beym Athmen Phlogiston in den Körper komme. Da nun beym Ausathmen Luftsäure mit ausgehet, so sollte dieselbe eine ganz vom Brennbaren befreyte Luft seyn. Wenn aber die durchs Ausathmen verdorbne Luft gleiche Eigenschaften mit der hat, die durch Verbrennung und Fäulniß verdorben ist, so muß sie wohl auch auf einerley Art mit der letztern, d. i. durch Annehmung, nicht durch Entziehung des Brennbaren, verdorben worden seyn.

Fontana (Physische Unters. über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten und der fixen Luft, Wien, 1777. 8.) tritt **Macquers** Meynung bey, und führt noch als einen neuen Beweis an, wenn man Metallkalke ohne Zusatz von Phlogiston in verschlossenen Gefäßen dem Feuer aussetze, so erhalte man bald fixe, bald phlogistisirte, bald reine Luft; nehme man aber Phlogiston hinzu, so erzeuge sich bey der Reduction blos fixe Luft. Eben dies hat **Lavoisier** (Mém. de Paris 1775 und in **Crells** chem. Journal, Th. V. S. 125 — 132.) noch durch mehrere Versuche zu bestätigen gesucht, ob er gleich, da er kein Phlo-

giston annimmt, sich anders hierüber **ausdrückt**, und die Erzeugung aus Entziehung der reinen Luft herleitet. Ueberhaupt wird man bey allen phlogistischen Processen fixe Luft, mehr oder weniger, finden; und die Frage ist eigentlich: Ob dieselbe durch **Verbindung** der reinen Luft mit dem Phlogiston **erzeugt**, oder ob sie aus der gemeinen Luft durch das Phlogiston vermittelst einer **Zersetzung niedergeschlagen** werde. **Macquer**, **Fontana** und **Lavoisier** nehmen das Erstere oder die Erzeugung, **Priestley** das letztere oder den Niederschlag an, welches darum wahrscheinlicher ist, weil es die oben angeführten Gründe für sich hat, die Versuche mit den Metallkalken aber sich auf beyderley Art erklären lassen. Seitdem die eigne saure Natur der fixen Luft außer Zweifel gesetzt ist, fällt es auch sehr schwer, sich dieselbe als eine phlogistisirte Luft vorzustellen.

Nach **Priestley's** letztern Vermuthungen (Exp. and Obs. Vol. IV. Sect. XXXV. no. I. p. 388.) soll die fixe Luft eine **zubereitete** (factitious) Substanz, eine Modification der Vitriol- und Salpetersäure seyn, weil er aus dem Weingeiste, einer Materie, die nach ihm offenbar keine fixe Luft enthält, durch Destillation mit diesen beyden Säuren dennoch fixe Luft ziehen konnte. Es fließen aber in seine Schlüsse willkührliche Voraussetzungen ein, und die Reinigkeit der Säure, so wie die Beschaffenheit der erhaltenen Luft, müßte bey so feinen Versuchen, als diese sind, erst noch sorgfältiger geprüft werden.

Man wird aus dem Bisherigen leicht sehen, daß es noch zu frühzeitig ist, über das Wesen und den eigentlichen Ursprung der Luftsäure völlig zu entscheiden. Entweder macht sie als eine eigne Säure einen Grundbestandtheil der reinen und also auch der gemeinen Luft aus, und wird durch das Phlogiston aus derselben niedergeschlagen, oder sie ist selbst aus höchst reiner Luft und Phlogiston zusammengesetzt. Die neusten Muthmaßungen, daß das Wasser aus brennbarer und reiner Luft bestehe, daß die brennbare Luft das Phlogiston selbst, und die reinste Luft ein Wasser in Luftgestalt sey, (s. **Gas, dephlogistisirtes; Gas, brennbares; Wasser**) scheinen doch mit der erstern Hypothese besser, als

mit der letztern übereinzustimmen. Nach der erstern wäre die Luftsäure ein Bestandtheil der reinen vom Phlogiston ganz leeren Luft, würde durchs Brennbare daraus geschieden, und die reine Luft, wenn sie durch die allzu große Menge des Phlogistons zugleich ihr gebundenes Feuer verlöhre, erzeugte Wasser: nach der letztern aber wären Wasser und Luftsäure aus einerley Bestandtheilen, nemlich aus reiner Luft und Phlogiston, zusammengesetzt, welches doch kaum anzunehmen seyn möchte.

Fontana (Journal de physique 1778.) sucht alle thierische und vegetabilische Säuren blos von der in den Körpern enthaltenen großen Menge von fixer Luft herzuleiten. Seine Versuche zeigen wenigstens, daß sehr viele Substanzen des Thier- und Pflanzenreichs ihre Säure verlieren, wenn man ihnen die fixe Luft nimmt, und daß sie bey jedem Verlust der Säure fixe Luft geben. Dadurch wird es auch zweifelhaft, ob bey der Verbrennung die fixe Luft aus der Atmosphäre oder aus dem brennenden Körper komme.

Die Anwendungen, welche man von den neuern Entdeckungen über die Luftsäure gemacht hat, bestehen außer der Nachahmung der Sauerbrunnen (s. **Gesundbrunnen, Parkerische Maschine**) hauptsächlich in ihrem Gebrauche bey faulen Krankheiten, z. B. Scorbut, Krebsschäden, Geschwüren, bösen Hälsen, bösartigen Pocken, Faulfiebern, Blasensteinen und andern steinichten Concretionen. Sie gründen sich theils auf die fäulnißwidrige, theils auf die auflösende Eigenschaft dieser Luftgattung. Die erste ist so groß, daß man das Fleisch und die Früchte in ihr sehr lange Zeit vor der Fäulniß bewahren kan. Sie wird an den Körper entweder äußerlich angebracht, indem man sie aus einer Blase durch die Oefnung eines trichterförmigen gläsernen Gefäßes ausdrückt und an den leidenden Theil strömen läßt, oder sie wird innerlich als ein Klystir gegeben, wobey man keine Aufblähung fürchten darf, weil sie von den Säften des Körpers sehr leicht absorbirt wird. **Bewley** räth auch das mit fixer Luft imprägnirte feuerfeste Laugensalz als ein sehr brauchbares Arzneymittel an; und D. **Hulme** schreibt vor, eine laugenartige Mixtur und gleich dar-

auf sehr verdünnten Vitriolgeist zu nehmen, damit die Luftsäure im Körper selbst entwickelt werde. Diese Mittel und der Gebrauch der künstlichen Sauerbrunnen sind bey äußerlichen und innern faulen Schäden und Krankheiten sehr zu empfehlen. D. **Warren** (in *Priestley's* Exp. and Obſ. Vol. II. p. 377.), **Percival** (Medical Eſſays) und **Dobson** (Medical Commentary on fixed air), führen viele Beyspiele glücklich verrichteter Heilungen von dieser Art an.

Was den Blasenstein betrift, so hat **Priestley** erwiesen, daß die fixe Luft, die sich aus den Speisen entwickelt, durch den Urin abgeführt werde, aus dem sich durch die Hitze fixe Luft entbindet und dabey einen kalkartigen Bodensatz bewirkt, woraus er sehr richtig schloß, daß diese Gasart, durch das Trinken des damit imprägnirten Wassers den Blasenstein auflösen könnte, welches auch D. **Percival** (*Priestley's* Exp. and Obſ. Vol. II. Append. no. 2.) durch die Erfahrung bestätiget fand.

Gas, nitröses, ſ. Gas, salpeterartiges.

Gas, phlogistisirtes, phlogistisirte oder **phlogistische Luft, verdorbne Luft** (Scheele), **unreine Luft, Stickluft,** Gas phlogiſticatum, Aër phlogiſticatus, vitiatus, Mephitis aëris phlogiſtica, *Gas ou Air phlogiſtique*. Diejenige nicht respirable und mit Wasser nicht mischbare Gasart, in welche sich die gemeine Luft durch jeden phlogistischen Proceß verwandelt. Man nennt nemlich einen **phlogistischen Proceß** jedes Verfahren der Natur oder Kunst, wobey das vorher in den Körpern gebundene Phlogiston frey gemacht und mit der Luft verbunden wird, z. B. die Verbrennung, Fäulniß, das Athmen, u. dgl. Es war zwar längst vor **Priestley** bekannt, daß die Luft durch dergleichen Vorgänge vermindert und verdorben werde; inzwischen haben wir doch diesem verdienstvollen Naturforscher die genauere Kenntniß der phlogistisirten Luft einzig und allein zu verdanken.

Man kan die Wirkungen des Phlogistisirens am leichtsten bey der **Verbrennung** bemerken. Man setze z. B. eine brennende Kerze auf einem Leuchter in eine Schüssel

mit Wasser AGHB, Taf. X. Fig. 37. und stürze die umgekehrte gläserne Glocke FGEH darüber, in der das Wasser inwendig bey IK eben so hoch, als auswendig in der Schüssel, stehen wird. Binnen wenig Minuten wird die Lichtflamme allmählig immer schwächer werden, und endlich verlöschen; das Wasser im Cylinder aber wird dabey immer höher hinaufsteigen, und endlich bey CD stehen bleiben. Dies beweiset, daß die Luft über dem Wasser verdorben, und zu fernerer Unterhaltung des Feuers untauglich geworden sey, und daß sich zugleich ihr anfängliches Volumen FEKI bis auf die Größe FEDC zusammengezogen oder vermindert habe.

Um die Größe dieser Verminderung genau zu messen, muß man sich eines Cylinders bedienen, welcher oben bey FE mit einem Glasstöpsel verschlossen werden kan. Auf ein in der Schüssel stehendes Fußgestell legt man dann etwas Kunkelschen Phosphorus, stürzt den Cylinder offen darüber, verstopft ihn alsdann erst genau, und bemerkt sich durch ein Zeichen, die Stelle des Cylinders, an welcher die Wasserfläche steht. Hierauf zündet man den Phosphorus durch ein Brennglas an; er bricht in eine starke Flamme aus, und verbrennt mit vielem weißen Dampfe. Anfangs wird zwar das Wasser von der erhitzten Luft heruntergedrückt, bald aber steigt es wieder, und steht nach dem Verlöschen des Phosphorus weit höher, als das bemerkte Zeichen. So hat man gefunden, daß durch jeden Gran des verbrannten Phosphorus 3 Cubikzoll atmosphärische Luft verlohren gehen, und daß überhaupt die gemeine Luft höchstens um ihren vierten Theil vermindert werden kan. Ueber diese Verminderung hat man schon Versuche von Mayow und Hales; die neuern aber sind von Priestley (Exp. and Obs. Vol. I.) und Lavoisier (Opusc. physiques et chym. à Paris 1774. 8. p. 374.) angestellt worden.

Die verminderte Luft selbst ist specifisch leichter, als die gemeine, vermischt sich mit dieser leicht, mit dem Wasser aber gar nicht. Sie färbt die Lakmustinctur nicht, trübt auch das Kalkwasser nicht. Thiere sterben und Lichter verlöschen schnell in ihr; die Pflanzen aber gedeihen in dersel-

ben, benehmen ihr die schlimmen Eigenschaften, und machen sie der reinen Luft ähnlicher. Sie heißt **durch Verbrennung phlogistisirte Luft.** Bey genauerer Untersuchung findet man allezeit etwas **fixe Luft** dabey, von der es ungewiß ist, ob sie aus dem brennenden Körper oder aus der gemeinen Luft gekommen, ingleichen, ob sie schon vorher vorhanden gewesen, oder durch die Verbrennung erst entstanden sey.

Ein anderer phlogistischer Proceß ist das **Athmen** der Thiere, s. **Athmen.** Wenn man eine Maus, Taube rc. in ein verschloßnes in Wasser umgestürztes Gefäß setzt, so lebt das Thier nur noch eine kurze Zeit, deren Dauer sich nach der Menge der eingeschloßnen Luft richtet, und stirbt endlich unter Zuckungen und Beklemmung. Die Luft wird dabey ebenfalls bisweilen um $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ vermindert, und wenn man in diese verdorbene Luft ein anderes Thier bringt, so stirbt es darinn augenblicklich. Diese verdorbene Luft löscht die Lichter aus, hat alle Kennzeichen der durch Verbrennung phlogistisirten Luft, und führt fixe Luft in ziemlicher Menge bey sich. Die Verminderung der Luft durch das Athmen hat **Boyle** zuerst bemerkt.

In der durchs Athmen phlogistisirten Luft leben die Thiere etwas länger, wenn sie sich im obern Theile der Glocke aufhalten. Die Ursache mag wohl in der dabey erzeugten fixen Luft liegen, welche sich auf den Boden senkt, und dadurch diese Gegend noch schädlicher für das thierische Leben macht. Die Insecten aber können in der durch Athmen oder Fäulniß verdorbnen Luft wohl leben.

Auch die Verkalkung der Metalle gehört zu den phlogistischen Processen, s. **Verkalkung.** Sie kan ohne Zutritt der gemeinen Luft nicht bewirkt werden, und eine gegebne Menge Luft reicht blos zu, eine bestimmte Quantität Metall in Kalk zu verwandeln. Die übrigbleibende verminderte Luft hat alle oben angeführte Kennzeichen der phlogistisirten, führt aber wenig oder gar keine fixe Luft bey sich, welches den **D. Priestley** auf die Vermuthung brachte, daß die fixe Luft in die Kalke übergehe und die Ursache der Vermehrung ihres Gewichts sey. **Lavoisier** (Opusc. phys.

et chym. P. II. ch. 5.) hat es durch die entscheidendsten Versuche außer Zweifel gesetzt, daß bey der Verkalkung der Metalle elastische Materie eingesogen werde, und bey der Reduction wieder herausgehe. Diese eingesogne Luft scheint aber nach dem, was bey dem Worte: **Gas, dephlogistisirtes**, angeführt worden ist, eher dephlogistisirte, als fixe Luft zu seyn.

Außer den angeführten phlogistischen Processen wird auch die Luft durch Schwefel, durch Kalk und Wasser, durch Kalk und Salmiak, durch Kalk und Säuren, durch Eisen mit flüchtigem Alkali, durch Kupfer mit flüchtigem Alkali, durch Bley mit Weinessig, durch Schwefelleber und andere Materien, durch die Vermischung mit nitröser Luft, durch das Abknallen der brennbaren, durch die Fäulniß thierischer und vegetabilischer Substanzen, u. s. w. ja sogar durch darinn geschütteltes Bley, Schrot oder Vogeldunst (s. **Lichtenbergs** Magazin, B. III. St. I. S. 35. und *Rozier* Journal de physique. 1784. Oct.) verdorben, wobey meistens zugleich mehr oder weniger fixe Luft erzeugt wird.

Hiebey sind allezeit **Verminderung** und **Verderbung** der Luft unzertrennlich verbunden, so daß sich auch der Grad der Verminderung, wie der Grad der Verderbung, verhält, wenn nicht besondere Umstände Ausnahmen machen, wie z. B. bey den Kohlen, welche im Verlöschen die Luft einschlucken, und also eine stärkere Verminderung verursachen, als nach dem Grade der Phlogistication statt finden sollte. **Boyle** und die übrigen Naturforscher des vorigen Jahrhunderts erklärten diese Verminderung blos für eine Schwächung der Elasticität, wobey der gewöhnliche Druck der Atmosphäre die Luft in einen engern Raum zusammenpresse. Daraus aber würde folgen, daß die verminderte Luft specifisch schwerer, als die gemeine, seyn müsse, da man sie doch im Gegentheil specifisch leichter findet.

Es muß also die Verminderung des Volumens durch die Phlogistication eine andere Ursache haben. Diese kan nun entweder darinn liegen, daß ein Theil der Luft von der phlogistisirenden Substanz verschluckt wird, oder darinn, daß durch das Phlogiston der schwere Theil der Luft, d. i.

die fixe Luft, oder die schwere Substanz, welche in manchen Fällen fixe Luft bildet, niedergeschlagen wird. Das letztere nahm **Priestley** an, ob er gleich selbst (Vol. I. p. 267.) bemerkt, daß es zur Erklärung nicht ganz hinreiche, weil auch solche Luftarten, die keine fixe Luft enthalten, durch zugesetztes Phlogiston vermindert würden. Die Vergleichung der geringen Menge von niedergeschlagner Luftsäure mit der Größe der Verminderung selbst giebt auch wohl zu erkennen, daß das Phänomen zwar zum Theil, aber doch nicht ganz aus dieser Ursache könne hergeleitet werden. **Lavoisier** hat sich durch diese Schwierigkeiten bewogen gefunden, gar kein Phlogiston anzunehmen, und die phlogistischen Processe durch die Zersetzung der reinen Luft, und die Einschluckung ihres Grundtheils in die Körper zu erklären, wobey nur der verdorbene Theil der Luft übrig bleibe.

Einige sind darauf gefallen, diese Verminderung des Volumens, welche zugleich mit Verminderung des absoluten Gewichts begleitet ist, aus einer angenommenen **absoluten Leichtigkeit** des Phlogistons zu erklären. Aber der Begriff von absoluter Leichtigkeit streitet wider alle Grundsätze der Physik, nach welchen jede Materie schwer ist (s. **Gravitation**), und keine Substanz gefunden werden kan, die durch ihr Hinzukommen das absolute Gewicht der Körper **vermindern** könnte. Vielmehr zeigt die Abnahme des Volumens, begleitet mit Abnahme des Gewichts, nothwendig einen Verlust materieller Theile an.

Die neusten Untersuchungen hierüber, welche von **Cavendish** angestellt, und in den Philosophischen Transactionen vom J. 1784 bekannt gemacht worden sind (s. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuste rc. III. B. 3. St. S. 39. u. f.), scheinen es außer Zweifel zu setzen, daß die Verminderung beym Phlogistisiren durch die Verwandlung des reinsten Theils der Luft in Wasser bewirkt werde, wobey nur der unreinere Theil zurückbleibt. Man sollte dem zu Folge nicht sagen, die Luft werde phlogistisirt, sondern vielmehr, sie werde ihres dephlogistisirten Theils beraubt.

Man findet die Luft auch phlogistisirt, wenn ein elektrischer Funken zu wiederholtenmalen durch dieselbe gegan-

gen ist, s. **Gas, atmosphärisches. Priestley** schloß daraus, daß die elektrische Materie entweder Phlogiston sey, oder doch dergleichen enthalte; **Fontana** aber machte durch Versuche wahrscheinlich, daß das Phlogiston aus dem zur Vorrichtung gebrauchten Kütt gekommen sey. **Cavendish** hat endlich bey seinen neusten Versuchen über die phlogistisirte Luft entscheidend bewiesen, daß die hiebey entstehende Verminderung von der aus der phlogistisirten Luft entstandnen Salpetersäure bewirkt werde.

Durch Schütteln im Wasser wird die völlig phlogistisirte Luft so weit verbessert, daß sie wieder zum Athmen tauglich ist, und von der nitrösen Luft vermindert wird, ob sie gleich noch immer Lichter auslöschet.

Die Natur der phlogistisirten Luft ist noch immer sehr räthselhaft. Es schien anfänglich am natürlichsten, sie für ein Gemisch von reiner Luft und Phlogiston zu erklären; allein die Phänomene, besonders die so merkwürdige Erscheinung der Verminderung des Volumens und des Gewichts beym Phlogistisiren der respirablen Luft, zeigten bald, daß man mit dieser Erklärung allein nicht ausreiche. Daher haben **Scheele** und **Lavoisier** die dephlogistisirte und phlogistisirte Luft als zwo vollkommen verschiedene Substanzen, und die gemeine Luft als ein Gemisch aus beyden angesehen. Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Verminderung aus einer Zersetzung der respirablen Luft, wobey der reinere Theil sich in Wasser verwandelt, oder vom phlogistisirenden Körper verschluckt wird, und blos der unreinere oder irrespirable Theil übrig bleibt, sehr wohl erklären.

Die Naturforscher, welche dieses System annahmen, hielten dem zufolge die phlogistisirte Luft für einen einfachen in der gemeinen Luft anzutreffenden Grundstof. Die neuern Versuche des Herrn **Cavendish** aber (Philos. Trans. 1784. und in Lichtenbergs Magazin für das Neuste rc. B. III. St. 3. S. 39. u. f.) scheinen darauf zu führen, daß man diese in der Atmosphäre enthaltene phlogistisirte Luft für eine Zusammensetzung aus Salpetersäure und **Phlogiston** halten müsse. Cavendish fand nemlich, daß beym Verpuffen brennbarer und dephlogistisirter Luft in verschloßnen Gefäßen,

das daraus erzeugte Wasser einen sauren Geschmack hatte, und mit firem Alkali gesättigt nach dem Abdampfen einen wahren Salpeter gab. Dies geschahe auch, wenn gleich zur Bereitung der reinen Luft nicht Salpetersäure, sondern Vitriolöl gebraucht worden war. So giebt auch der Salpeter mit Kohlen verpuft, und die Salpetersäure, wenn sie in hohem Grade phlogistisirt wird, fast lauter phlogistisirte Luft.

Cavendish verpuffte ferner 18500 Gran-Maaße entzündbare Luft mit 9750 dephlogistisirter aus rothem Präcipitat; bey einem zweyten Versuche setzte er jenem Gemische noch 2500 Gran-Maaße Luft zu, die durch Eisenfeile und Schwefel phlogistisirt worden war. Das entstandne Wasser war in beyden Versuchen sauer, allein im letztern offenbar weit stärker, als im erstern, daß also die phlogistisirte Luft unstreitig die Säure hergegeben hatte. Endlich fand er bey Fortsetzung der Versuche, daß aus einem Gemische von 7 Theilen dephlogistisirter Luft, die ohne Salpetersäure bereitet war, und 3 Theilen phlogistisirter, durch den elektrischen Funken Salpetersäure erhalten ward, woraus er entscheidend folgert, daß die in der Atmosphäre befindliche phlogistisirte Luft nichts anders, als eine mit Phlogiston gesättigte Salpetersäure sey.

Priestley findet gegen diesen letztern Versuch keine Einwendung zu machen, und erklärt ihn für eine der größten Entdeckungen, die je in Rücksicht auf die Luft gemacht worden sind. Inzwischen gesteht er doch, nicht recht zu wissen, wie er sich die Versuche erklären solle, bey welchen ohne allen Beytritt der Salpetersäure phlogistisirte Luft zum Vorschein kömmt, z. B. bey Erhitzung der Holzkohlen und des rothen Präcipitats, bey Zersetzung der laugenartigen Luft u. s. w. Sollte diese Luft eben so, wie die in der Atmosphäre, in Salpetersäure umgeändert werden können, so würde uns diese Erscheinung in große Verlegenheit setzen, und wir würden die Elemente der Salpetersäure in Körpern finden, worinn wir sie am wenigsten vermuthet hätten. Vielleicht würde die Schwierigkeit einigermaßen gehoben, wenn man annähme, daß die dephlogistisirte Luft den sauren

Grundstof darreiche, die phlogistisirte aber aus der Basis der Salpetersäure, d. i. aus dem dephlogistisirten Salpeterdunste und dem Phlogiston bestünde. Doch dies sind Muthmaßungen, über deren Richtigkeit blos fortgesetzte Versuche eine Entscheidung gewähren können.

Von der Bestimmung des Grades der Phlogistication der Luft s. die Worte: **Eudiometer; Gas, atmosphärisches.**

Gas, phosphorisches, Phosphorluft, Gas phosphoricum, Mephitis phosphorica, *Air ou Gas phosphorique.* **Gengembre** (Mém. de l' Acad. des Sc. à Paris, 1785.) beschreibt eine Luft, die er bey der Auflösung des Harnphosphors in **ätzenden** feuerfesten Laugensalzen, auch sogar, wiewohl nur wenig, in Kalkmilch, erhielt, wenn er diese Auflösung bey gelindem Feuer destillirte, und das übergehende über Quecksilber auffieng. Sie riecht, wie faule Fische, und unterscheidet sich von allen andern brennbaren Luftarten dadurch, daß sie sich beym Zutritt zu gemeiner oder dephlogistisirter, nicht ganz kalter Luft, mit einer Explosion und lebhaftem Lichte **von selbst** entzündet. Alsdann riecht sie, wie brennender Phosphorus, und macht das Wasser, über dem sie abbrennt, sauer. Auch der übrige Theil brennt, wenn er angezündet wird. Ihre specifische Schwere verhält sich zu der gemeinen Luft, wie 21 : 10, aber ihre eigentliche Beschaffenheit ist noch wenig untersucht.

Gas, salpeterartiges, Salpetergas, salpeterartige oder **Salpeterluft, nitröse Luft,** Gas nitrosum, Aer nitrosus, Mephitis nitri phlogistica, *Gas ou Air nitreux.* Diejenige irrespirable und mit Wasser nicht mischbare Gasart, welche man aus den Dämpfen der phlogistisirten Salpetersäure durch die Wärme und Ausschliessung der gemeinen Luft erhält — ein phlogistischer Salpeterdampf in Luftgestalt.

Schon **van Helmont** (De flatibus, §. 67.) redet von einem Gas, das bey der Auflösung des Silbers in Scheidewasser (chrysulca) aufsteige, und die Gefäße zersprenge.

Hales (Statical Essays, Vol. I. p. 224. II. p. 208. Statik der Gewächse, Halle, 1747. 8. S. 128. 224.) kannte die Eigenschaften desselben schon genauer. Er zog es aus waltoner Kießen mit Scheidewasser, und fand, daß es mit gemeiner Luft vermischt einen orangefarbnen Dampf darstellte, und daß dabey ein großer Theil der Luft verschluckt ward. Dennoch haben die folgenden Chymisten bis auf Priestley diese merkwürdige Beobachtung ganz übersehen. Dieser aber, der sie beym Lesen des Hales bemerkt hatte, sprach darüber im Jahre 1772 mit Cavendish, welcher äußerte, die Röthe hänge wahrscheinlich blos vom Salpetergeiste ab, und man werde diese Luft auch aus andern Kießen, und selbst aus Metallen, erhalten können. Hierauf stellte Priestley den Versuch wirklich an, sahe ihn am 4ten Junii 1772 zum Erstenmale gelingen, und gab der erhaltenen Gasart den Namen salpeterartige Luft (nitrous air).

Die Salpetersäure steigt, sobald sie sich an der Luft mit dem Brennbaren verbindet, in rothen Dämpfen auf, die vom Wasser leicht eingeschluckt und wieder in eine wahre Salpetersäure verwandelt werden. Diese Dämpfe zeigen sich, sobald man Scheidewasser auf Metalle, oder andere Phlogiston enthaltende Substanzen gießt, und der rauchende Salpetergeist sendet sie an der Luft von selbst aus. Sobald man aber hiebey den Zugang der Luft abschneidet, so geht zwar die Auflösung noch immer mit der vorigen Lebhaftigkeit fort, allein die Dämpfe verschwinden. Statt ihrer steigt ein unsichtbares Gas in Blasen auf, und füllt die dazu bestimmten im Wasser umgestürzten Gefäße. Je röther die Blasen beym Aufsteigen noch sind, je heftiger sie hervorbrechen, und je mehr sie im Wasser Wolken bilden, desto stärker wird die Salpeterluft, die hingegen nur schwach ist, wenn sie in hellen und durchsichtigen Blasen hervorbricht. Dies sind Entdeckungen des Abt Fontana (Ricerche fisiche sopra l' aria fissa etc. Firenze. 1774. Physische Unters. über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft, übers. von J. X. v. Wasserberg, Wien, 1777. 8. S. 11. u. f.).

Die organischen Körper des Thier- und Pflanzenreichs geben wegen der vielen Luftsäure, die sie enthalten, keine reine Salpeterluft. Am besten dienen also dazu die Metalle, vornehmlich Silber, Quecksilber und Kupfer. Das Eisen giebt sie zwar häufig und leicht, aber nicht immer von gleicher Güte. Am leichtesten ist sie zu erhalten, wenn man sich der Taf. X. Fig. 35. vorgestellten Geräthschaft bedienet, in die Flasche FG Kupfer- oder Messingspäne schüttet, und darüber soviel Wasser, daß sie gerade bedeckt werden, mit etwa halb soviel Salpetersäure gießt.

Es geben aber alle metallische Substanzen Salpeterluft. Gold, Platina und Spießglaskönig müssen, da sie sich nicht in bloßer Salpetersäure auflösen, im Königswasser aufgelöset werden. Das Bley giebt am wenigsten, und der Zink liefert meistentheils phlogistisirte Luft. Sehr concentrirte Salpetersäure entwickelt nicht einmal soviel Luft, als verdünnte, und erregt dabey eine allzustarke Hitze, welche die Gefäße leicht zersprengt. Durch eine gelinde Wärme aber wird die Entbindung befördert, so wie durch eine große Oberfläche der metallischen Substanz, daher man spiralförmig gewundene Stücken Kupferdrath mit Vortheil brauchen kan.

Die vegetabilischen Substanzen, z. B. arabisches Gummi, Kampher, gestoßne Kohlen, Galläpfel, Weingeist, wesentliche Oele, geben zwar Salpeterluft, aber mit viel fixer und brennbarer vermischt; die thierischen hingegen bringen sehr wenig Salpeterluft, und fast lauter fixe, brennbare und phlogistisirte.

Die Salpeterluft ist, wie die gemeine, durchsichtig und ohne Farbe; außer daß sie im Anfange der Entbindung bisweilen etwas röthlich oder trüb aussieht. So lange sie die respirable Luft nicht berührt, zeigt sie keine Spur einer Säure, hat weder Geruch noch Geschmack, färbt auch die Lakmustinktur und den Veilchensyrup nicht. Zwar findet man an ihr gewöhnlich einen sauren Geschmack und den starken Geruch der rauchenden Salpetersäure; man muß aber bedenken, daß sie vorher, ehe sie die Nase und den Gaumen erreicht, nothwendig durch atmosphärische

Luft gehen muß, wodurch sie in rothe Dämpfe verwandelt wird. **Fontana**, der sie aus einer Federharzflasche in den von aller Luft ausgeleerten Mund zog, fand sie ganz ohne Geschmack.

Ihre specifische Schwere ist fast eben so groß, als die der gemeinen Luft. Beyde verhalten sich nach **Priestley** wie 716:717; nach **Lafond** wie 184:185; nach **de la Metherie**, wie 349:360; nach **Fontana** ist sie um etwas schwerer, als die gemeine, im Verhältnisse 399:385.

Sie löscht die Lichter schnell aus, läßt sich aber nach **Priestley** (Vol. III. p. 17.) durch Berührung mit Eisen in einen Zustand versetzen, in welchem sie die Verbrennung befördert, und den man durch Schütteln im Wasser ihr wieder benehmen kan. Bey einigen Entbindungsprocessen giebt es auch eine Periode, in welcher sie gleich in diesem Zustande übergeht. Sie tödtet die Thiere, sogar die Insecten, augenblicklich, verderbt auch die Pflanzen, welche in ihr verbleichen und zu Grunde gehen. Dennoch hat sie eine ungemein starke fäulnißwidrige Kraft, daher man Fleisch und Früchte sehr lange Zeit in ihr aufbewahren kan, ob sie gleich dadurch einen üblen Geruch und Geschmack bekommen. Sie trübt das Kalkwasser nicht, und macht die ätzenden Laugensalze nicht mild.

Durch die Berührung mit Wasser wird sie langsam zersetzt, und verliert nach 2 — 3 Monaten ihre ganze Wirksamkeit. Wenn im Wasser noch respirable Luft befindlich ist, so erfolgt diese Zersetzung schneller. Durch Schütteln nimmt das von Luft gereinigte Wasser ohngefähr soviel Salpeterluft in sich, als den zehnten Theil seines Volumens beträgt, welche durchs Kochen oder Gefrieren wieder herausgetrieben werden kan. Das mit Salpeterluft imprägnirte Wasser hat sehr wenig Säure; wenn es aber mit gemeiner Luft in Berührung kömmt, so wird die Salpeterluft darinn zersetzt, und das Wasser imprägnirt sich mit der Salpetersäure. Man kan dies durch Aussetzung von Salpeterluft an das Wasser in Berührung mit gemeiner Luft so weit treiben, daß das Wasser ganz blau und ein wahres **Scheidewasser** wird.

Die Salpeterluft wird noch von vielen andern Substanzen aller drey Naturreiche absorbirt und zersetzt, worüber sich in Priestley's Werke sehr viele und merkwürdige Beobachtungen finden. Sobald sie nemlich eine Substanz antrifft, welche ihr Phlogiston oder ihre Säure anzieht, so wird sie zersetzt, und der nicht angezogne Bestandtheil kömmt dadurch in Freyheit. Dies zeigt, daß ihre Bestandtheile nur sehr schwach zusammenhängen.

Das wichtigste und auffallendste Phänomen der Salpeterluft aber ist ihre **Verminderung** oder **Zersetzung** durch die respirabeln Luftgattungen. Läßt man nemlich unter einen Glascylinder, in welchem Salpeterluft über Wasser stehet, atmosphärische Luft treten, so entsteht augenblicklich eine Röthe, die Salpeterluft verläßt ihren luftförmigen Zustand, und verwandelt sich in rothen Salpeterdampf; es entsteht einige Wärme, das Wasser steigt in dem Cylinder in die Höhe, verschluckt die Dämpfe, und wird zu einer wahren verdünnten Salpetersäure. Bringt man auf diese Art soviel atmosphärische Luft hinzu, bis sich keine rothen Dämpfen mehr zeigen, oder bis die Salpeterluft ganz zerstört ist, so nimmt die übrigbleibende Luft nicht einmal so viel Raum ein, als die angewendete atmosphärische Luft allein einnehmen sollte, und es scheint also selbst ein Theil von dieser verlohren zu gehen. Dieser Rückstand ist wahre phlogistisirte Luft, von eben der Art, als die durchs Verbrennen erzeugte, mit einer sehr geringen Quantität fixer Luft.

Es läßt sich über die zur Sättigung nöthigen Quantitäten wegen der verschiednen Güte der Luftgattungen nichts gewisses bestimmen; aber im Durchschnitt genommen sind nach **Lavoisier** zu einer völligen Sättigung 16 Theile gemeine und $7\frac{1}{3}$ Theil nitröse Luft nöthig, und es verschwindet hiebey die ganze nitröse und ein Viertheil der gemeinen Luft.

Nimmt man statt der gemeinen, dephlogistisirte Luft, so ist die rothe Farbe weit stärker, die Erwärmung beträchtlicher, und die Verminderung weit schneller und ausnehmend groß. Man braucht nach **Lavoisier** nur 4 Theile

dephlogistisirte Luft, um $7\frac{1}{3}$ Theil Salpeterluft ganz zu zersetzen, und der Rückstand beträgt nur noch $\frac{1}{12}$ des Raums der angewendeten dephlogistisirten Luft. **Priestley** (Vol. IV. p. 246.) fand sogar einmal, daß bey der Vermischung von 2 Maaß nitröser und 1 Maaß dephlogistisirter Luft nach der Verminderung nur $\frac{3}{100}$ Maaß übrig blieb. Es ist kaum zu bezweifeln, daß beyde Gasarten völlig verschwinden würden, wenn es möglich wäre, sie in ihrer vollkommnen Reinigkeit und ohne Beymischung von phlogistisirter Luft zu erhalten.

Fixe Luft, brennbare, phlogistisirte, u. s. w. werden durch die Mischung mit Salpeterluft nicht vermindert, zersetzen auch diese Gasart nicht. Je reiner aber die respirable Luft ist, desto stärker ist die Verminderung, welche sie durch Beymischung der Salpeterluft leidet. Man hat daher die Größe dieser Verminderung, die man durch eigne Werkzeuge abmißt, s. **Eudiometer**, zum Maaßstabe der Reinigkeit und Heilsamkeit der atmosphärischen Luft angenommen; ob sie gleich eigentlich nur den Grad ihrer Phlogistication anzeiget, keineswegs aber die absoluten Mengen der dephlogistisirten und phlogistisirten Luft in der Atmosphäre angiebt, noch auch ein sicheres Kennzeichen der Heilsamkeit ist, indem die gemeine Luft außer dem Phlogiston noch andere schädliche Beymischungen enthalten kan, welche durch diese Prüfung nicht angezeigt werden.

Die Erscheinungen dieser Verminderung ändern sich in etwas ab, wenn man den Versuch im Quecksilber-Apparat anstellet. Die Röthe dauret hier länger, die Verminderung geschieht langsamer und ist am Ende nicht so groß; läßt man aber etwas Wasser hinzu, so verschwindet die Röthe der Mischung bald, und das Volumen wird dadurch noch etwas mehr vermindert. Dies beweiset deutlich, daß hiebey das Wasser einen Theil der Gasarten einschlucke.

Daß die rothen Dämpfe wahre Salpetersäure sind, kan man auch durch einen artigen Versuch des D. **Priestley** (Vol. I. p. 210.) erweisen. Man hänge unter der Glocke etwas Salmiak in Gaze oder Nesseltuch auf, und

lasse Salpeterluft hinzu. Sobald die Röthe vergeht, senkt sich von dem Salze eine weiße Wolke, wie Schneeflocken oder Puder nieder, die nach und nach das ganze Gefäß füllt, und ein brennbarer Salpeter ist.

Was die Natur der Salpeterluft betrift, so ist die gewöhnliche und fast allgemein angenommene Theorie diese, daß sie aus **Salpetersäure** und **Phlogiston** bestehe. Dies behaupten **Priestley** (Vol. I. p. 261.), **Fontana** (Phys. Unters. über die Salpeterluft) und **Macquer**; Scheele (Von Luft und Feuer, S. 25.) und **Bergmann** (Opusc. Vol. II. p. 368.) nennen sie sogar phlogistisirte Salpetersäure in Luftgestalt. Aus dieser Theorie erklärt sich das Phänomen ihrer Verminderung sehr natürlich und leicht. Denn die hinzukommende reine Luft verbindet sich mit dem Phlogiston des Salpetergas. Dadurch wird dessen Mischung zerstört, die befreyte Salpetersäure geht aus dem Zustande der Luft in den des Dampfes über und wird vom Wasser verschluckt; die mit dem Phlogiston verbundne reine Luft verwandelt sich ebenfalls in Wasser, die Gasarten verschwinden, und das in ihnen vorher gebundene, nunmehr aber befreyte, Feuer erzeugt Wärme. Hiebey bleibt als Rückstand blos der unreine oder aus irrespirabeln Gasarten bestehende Antheil übrig.

Lavoisier hingegen (Mém. sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux, in Mém. de Paris 1776, und im Recueil de mémoires et d'observ. sur la fabrication du Salpétre, à Paris, 1776. 4. p. 601 — 617.), welcher gar kein Phlogiston annimmt, hält das Salpetergas für eine ihres Wassers und ihrer reinen Luft beraubte Salpetersäure. Er erklärt hieraus die Verminderung dadurch, daß die respirable Luft sich mit der Salpetersäure verbinde, welche dadurch alle ihre Bestandtheile wieder erhalte, und die Luftgestalt ablege. Er gründet seine Behauptung auf eine Reihe sehr schöner Versuche, welche beweisen, daß bey der Auflösung des Quecksilbers in Salpetersäure nitröse Luft, und bey der Wiederherstellung des Quecksilbers aus dem rothen Präcipitate dieser Auflösung reine Luft entbunden werde. Weil nun bey der Wiederherstellung nach seiner Vor-

aussetzung eben das entbunden werden muß, was bey der Auflösung der Säure entzogen ward, so schließt er, es sey dieses die reine Luft, und also das Salpetergas eine, durch Beraubung der reinen Luft, zersetzte Säure. Macquer aber zeigt sehr richtig, daß er hiebey die Zersetzung der Säure bey der Auflösung willkührlich voraussetze, und daß weit wahrscheinlicher im Salpetergas die noch unzersetzte Säure durch etwas gebunden sey, was sie hindert, sich als Säure zu zeigen, welches nichts anders, als das Phlogiston seyn kan. Macquer beruft sich hiebey auf die von Lavoisier selbst bemerkten Umstände, daß die Wiederherstellung des Quecksilbers mehr reine Luft gab, als die Auflösung Salpetergas gegeben hatte; daß das Salpetergas schon von der Hälfte der erhaltnen reinen Luft gesättigt ward, und daß am Ende der ganzen Operation fast die Hälfte der vermeyntlich zersetzten Salpetersäure fehlte. Diese Umstände, welche Lavoisier selbst nicht zu erklären weiß, zeigen deutlich, daß hiebey nicht blos Abgang und Wiedererstattung eben derselben Substanz erfolge, sondern daß der Uebergang der Salpetersäure in Salpetergas noch eine andere Ursache, als den bloßen Abgang der reinen Luft, haben müsse. Ich werde mich hierauf bey dem Worte: **Phlogiston** beziehen.

Man hat also die Entstehung der Dämpfe bey der Vermischung der nitrösen und gemeinen Luft nicht für eine Erzeugung, sondern für einen Niederschlag anzusehen. Daß aber dieser Niederschlag nach Herrn Achard (Chymisch-phys. Schriften, S. 173.) durch die in der gemeinen Luft befindliche Vitriolsäure bewirkt werde, ist wohl unwahrscheinlich, da das Daseyn einer solchen Säure unerwiesen ist. Man kan ihn weit besser aus der stärkern Verwandschaft des Phlogistons mit der Luft herleiten.

Kirwan (Exp. and Obs. on various saline substances, nach Crells Uebers. S. 105.) hat die Verminderung der respirablen Luft durch Salpetergas für einen Uebergang in fixe Luft, die vom Wasser verschluckt würde, ansehen wollen. Man findet aber im Rückstande allzuwenig fixe Luft, als daß man dieselbe für ein Hauptprodukt der Ope-

ration selbst annehmen könnte, und im Wasser fast gar keine. Und die Verminderung ist fast eben so stark, wenn man Quecksilber oder heißes Wasser zur Sperrung gebraucht, welche doch keine fixe Luft absorbiren (s. *Gren* Diss. de genesi aëris fixi et phlogisticati, Halae, 1787. 8. S. 58—65.).

Fontana (Phys. Unters. über die Salpeterluft, S. 106.) beweist aus Tropfen, die sich in einer mit Eis umgebnen mit Salpetergas angefüllten Glocke ansetzten, daß dieses Gas etwas Wasser enthalte. Dies scheinen auch die Krystallisationen zu beweisen, die mein früh verstorbner Freund, D. **Christian Ludwig**, bey einer heftigen Kälte aus der salpeterartigen Luft erhielt. Dieses Wasser trägt nach Fontana mit dazu bey, die reine Luft einzusaugen, und die Verminderung zu bewirken, welche doch auch im Quecksilber-Apparate erfolgt, wo weiter kein Wasser als dieses, vorhanden ist.

Nach **Bergmann** (De attract. electiv. §. 14. 15.) giebt die Salpetersäure mit Brennbarem gesättigt, wie beym Verpuffen, eine Substanz, die sich durch plötzliches Verbrennen augenblicklich zersetzt; mit etwas weniger Brennbarem wird sie Salpetergas, und mit noch wenigerm salpetersaure Luft.

Die Anwendungen, welche man von der Kenntniß der nitrösen Luft gemacht hat, betreffen theils den Gebrauch derselben zur Aufbewahrung anatomischer Bereitungen, welche sonst faulen würden, nach **Sigaud de la Fond** Vorschlägen, theils ihre Benutzung zu eudiometrischen Versuchen zu Prüfung der Güte der Luft, s. **Eudiometer.** In der letztern Absicht wäre noch eine bestimmte Methode zu wünschen, nach der man eine an Stärke sich immer gleiche Salpeterluft verfertigen könnte. Hätte man aber auch eine solche, so würde doch das Eudiometer kein untrügliches Kennzeichen der Heilsamkeit der Luft abgeben, da zum Beyspiel ein Gemisch von brennbarer und reiner Luft die Prüfung mit diesem Werkzeuge eben so gut, als die gemeine Luft, aushalten, und dennoch tödtend seyn kan.

Gas, salpetersaures, salpetersaure Luft, phlogistisirte Salpetersäure (Bergmann), **Salpeterdämpfe** (Priestley), Gas acidum nitrosum, Acidum nitri phlogisticatum, Mephitis acida nitri, *Gas ou Air acide-nitreux.* Eine durch die rothen Dämpfe der Salpetersäure phlogistisirte und mit derselben vermischte gemeine Luft oder auch diese Dämpfe selbst, wenn sie ihre Röthe abgelegt haben. Wenn man nemlich diese Dämpfe in cylindrischen Flaschen aufbewahret, so verlieren sie mit der Zeit, indem sie die dabey befindliche Luft phlogistisiren, einen Antheil ihres Brennbaren und damit zugleich ihre Röthe, und nehmen völlig eine luftähnliche Form an. Da sie aber vom Wasser augenblicklich verschluckt werden, auch das Quecksilber bald angreifen und eine nitröse Luft mit demselben bilden, so ist es sehr schwer, sie lange aufzubewahren, wie es denn überhaupt noch zweifelhaft bleibt, ob man sie unter die Gasarten zu rechnen habe. Sie scheinen vielmehr einen Dampf, als eine bleibend elastische Materie auszumachen.

Man erhält diese Dämpfe durch die Erhitzung der reinen Salpetersäure, oder durch Aufgießen eines kleinen Antheils von Vitriolöl auf dieselbe, durch Auflösungen des Wismuths und einiger andern Metalle in starker Salpetersäure ꝛc. Man kan sie bey diesen Operationen vermittelst des pnevmatisch-chymischen Quecksilber-Apparats auffangen, wo sie, wenn auch keine atmosphärische Luft dazu kömmt, dennoch ihre Röthe verlieren. Auch giebt es bey den Entbindungen der dephlogistisirten Luft aus Substanzen, die mit Salpetersäure angefeuchtet sind, eine gewisse Periode, in welcher man Salpeterdämpfe erhält, die aber in diesem Falle von dem Wasser der Vorrichtung sogleich verschluckt werden.

Die Salpeterdämpfe müssen, wenn sie anders zu den Gasarten gehören, unter die irrespirablen Gattungen gezählt werden. Sie behalten ihre rothe oder orangengelbe Farbe so lange, bis eine Zersetzung in ihnen vorgeht, und diese Farbe wird stärker, wenn man sie erhitzt (*Priestley* Exp. and Obs. Vol. III. Sect. 18.). Sie sind schwerer, als

gemeine Luft, vermischen sich aber nach und nach mit derselben, verlieren ihre Röthe, und phlogistisiren die Luft.

Sie werden vom Wasser in beträchtlicher Menge eingesaugt, und verwandeln dasselbe in wahren **Salpetergeist**. Das mit ihnen imprägnirte Wasser giebt von selbst, und noch mehr bey gelinder Wärme, eine sehr reine und von Luftsäure freye Salpeterluft, so lange, bis sich die sonst blaue Farbe dieses Wassers in eine grüne verwandelt. Man kan daraus nach **Priestley** so viel Salpeterluft erhalten, daß dieselbe 10mal so viel Raum, als das Wasser selbst, einnimmt, obgleich das Wasser nicht mehr Salpeterluft einsaugt, als $\frac{1}{10}$ seines Volumens beträgt.

Die Oele nehmen einen großen Antheil Salpeterdämpfe mit Aufbrausen in sich, werden dadurch zum Gerinnen gebracht, und verändern ihre Farbe auf sehr mannigfaltige Art. Sie geben alsdann phlogistisirte Luft. Der Vitrioläther mit diesen Dämpfen imprägnirt, giebt einen weißen Rauch, und brennt mit einer grünen Flamme. Die Vitriol- und Salpetersäure schlucken viel solcher Dämpfe ein, doch nicht so viel, als das Wasser. Auch das Kochsalz zieht sie in sich; den Alaun machen sie weiß und undurchsichtig, den Schwefel aber lassen sie unverändert. Die Salzsaure verwandelt sich durch sie in ein wahres **Königswasser**; der Weingeist erzeugt bey reichlicher Imprägnation einen obenauf schwimmenden Salpeteräther, wird endlich blau, kocht und giebt eine beträchtliche Menge brennbare Luft.

Man sieht leicht, daß sich diese Dämpfe völlig, wie die phlogistisirte Salpetersäure selbst verhalten, daher sie denn auch für nichts anders, als für diese Säure in Dampfgestalt erkannt werden können, und den von **Bergmann** beygelegten Namen sehr wohl verdienen. Unter die Gasarten sind sie kaum zu rechnen, wenn sie nicht mit gemeiner Luft vermischt sind; aber auch in diesem Falle machen sie kein besonderes Gas aus.

Gas, salzsaures, kochsalzsaures; seesaure, kochsalzsaure Luft, luftige Salzsäure, Gas muriati-

cum, Aer muriaticus, Aer acidus salinus s. marinus, Mephitis muriatica, *Gas ou Air acide-marin.* Die phlogisisirte Kochsalzsäure in Luftgestalt, oder das irrespirable, mit dem Wasser mischbare, Gas, welches durch Aufguß der Vitriolsäure auf die Salzsäure haltenden Mittel- und Neutralsalze oder durch Destillation der Salzsäure selbst erhalten wird.

Die Aufgüsse der Vitriol- und Salzsäure auf Metalle geben sonst brennbare Luft. **Cavendish** aber (Philos. Trans. Vol. LVI. p. 157.) bemerkte zuerst, daß die auf Kupfer gegossene Salzsäure eine Luft lieferte, die sogleich vom Wasser verschluckt ward, und daher keine brennbare Luft seyn konnte. **Priestley** benützte diese Beobachtung, und fand durch wiederholte Versuche, daß der Dampf, der sich bey Vermischung des gemeinen Salzes mit Vitriolsäure erzeugt, und sich an der Kälte zu Salzgeist verdichtet, in luftförmiger Gestalt dargestellt werden könne. Es war dies die erste Entdeckung einer mineralischen Säure in Luftgestalt, welche ihrem Erfinder nachher zu ähnlichen Proben mit andern Säuren Anlaß gab.

Die beste Methode, die salzsaure Luft zu erhalten, ist folgende. Man fülle etwa den sechsten oder vierten Theil eines Kolbens mit gemeinem Küchensalz an, gieße etwas reines (nicht nach Schwefel riechendes) Vitriolöl darauf, und lasse den entbundenen Dampf durch ein gebognes Rohr in den Queckſilber-Apparat übergehen, wobey man noch die Entwicklung durch Erwärmung des Kolbens mit einem brennenden Wachsstocke befördern kan. Oder man erhitze eine Portion reine Salzsäure in einem Kolben, und fange das herausgehende im Quecksilber-Apparat auf. Der rauchende Salzgeist giebt schon von selbst Dämpfe von sich, die alle Eigenschaften der salzsauren Luft besitzen.

Diese elastische Materie verliert aber ihren luftförmigen Zustand, sobald sie die atmosphärische Luft berührt. Sie verwandelt sich alsdann mit Erwärmung in einen weißgrauen Dampf, wobey auch aller Wahrscheinlichkeit nach eine Verminderung des Volumens vorgehet. Je feuchter die Luft ist, desto stärker ist dieser Dampf, daher ihn

Priestley (Vol. I. p. 229.) aus der Verbindung der Salzsäure mit der in der Luft aufgelöseten Feuchtigkeit erklärt.

Sie ist beträchlich schwerer, als die gemeine Luft, nach Fontana im Verhältniß 3:2, und von Herbert, der das Verhältniß 2718:2719 angiebt, scheint sich einer sehr unreinen Luft bedient zu haben. Sie ist sehr sauer und ätzend von Geschmack, hat den Geruch des rauchenden Salzgeistes, röthet die blauen Pflanzensäfte, tödtet die Thiere, löscht die Lichter aus, jedoch so, daß sie einen Augenblick mit einer grünen oder lichtblauen Farbe brennen, trübt das Kalkwasser nicht, erhitzt sich mit den ätzenden Laugensalzen, und bildet damit salzsaure Neutralsalze.

Sie wird vom Wasser augenblicklich, in großer Menge und mit Erhitzung verschluckt. Nach Priestley nehmen $2\frac{1}{2}$ Gran Regenwasser 3 Unzenmaaße salzsaure Luft in sich. Durch diese Imprägnation wird das Wasser ausnehmend sauer, und giebt, wenn es gesättigt ist, den stärksten rauchenden Salzgeist ab. Durch diese Sättigung wird das Volumen des Wassers um ein Drittel vergrößert, und sein Gewicht verdoppelt. Das Eis schmelzt in ihr so schnell, als ob man ein glühendes Eisen daran brächte, und verschluckt die Luft augenblicklich. Das Wasser erhält durch diese Imprägnation keine Farbe, und das Gas läßt sich durch eine gelinde Hitze wieder heraustreiben.

Salzsaure und laugenartige Luft vernichten einander beym Zusammenbringen, und bilden einen Salmiak in weißer sichtbarer Gestalt, s. Gas, laugenartiges.

Fast alle Substanzen, welche Phlogiston enthalten, verschlucken etwas salzsaure Luft, zugleich aber nimmt der übrige Theil ihr Phlogiston in sich, und wird durch diese Verbindung in brennbare Luft verwandelt. Priestley hat hierüber Versuche mit einer großen Menge von Substanzen angestellt, wobey die salzsaure Luft völlig so, wie der tropfbare Salzgeist, nur weit stärker, wirkt, weil sie von dem Wasser, welches jener bey sich führt, befreyt ist. So löset sie verschiedene Metalle und metallische Kalke schnell auf, greift auch diejenigen Gläser an, welche viel Bleykalk

enthalten. Die Oele saugen sie langsam ein, und werden davon verdickt; Kampher schmelzt in ihr; und mit kochendem Weingeiste erzeugt sie einen wirklichen Salzäther.

Phlogistisirte Luft wird zwar durch das salzsaure Gas nicht zersetzt oder verbessert; inzwischen kann man doch das letztere nach **de Morveau** (in *Rozier* Obs. de physique, To. I. p. 416. To. V. p. 73.) sehr vortheilhaft zu Verbesserung der mit faulen Ansteckungsgiften verdorbnen Luft gebrauchen, weil es das flüchtige Laugensalz, welches das scharfe Oel aufgelöset enthält, sättiget, und mit erstaunlicher Geschwindigkeit den ganzen Raum ausfüllt, in dem man es entbindet.

Aus allen diesen Eigenschaften, welche mit denen der Salzsäure ganz übereinstimmen, zeigt sich sehr deutlich, daß die salzsaure Luft eine wahre mit Phlogiston verbundene und durch Feuermaterie in Luftgestalt gebrachte Kochsalzsäure sey. Sie unterscheidet sich aber von einem andern von **Scheele** entdeckten elastischen Stoffe oder Dampfe, welcher den Namen der **dephlogistisirten Salzsäure** führt, und aus Braunstein durch Salzgeist entbunden wird, s. **Salzsäure, dephlogistisirte.**

Außer den Vortheilen, welche die Erfindung der salzsauren Luft, bey Erklärung der Entstehung luftförmiger Stoffe überhaupt, und der Bereitung des Salzgeists insbesondere, verschaft hat, s. **Salzsäure**, und außer ihrer Anwendung wider die Fäulniß, kan sie auch zu Bereitung der stärksten und reinsten Salzsäure durch ihre Verbindung mit dem Wasser, zu Verfertigung eines guten Königswassers durch Verbindung mit Salpetersäure, und zur schnellen Hervorbringung eines luftleeren Raumes durch ihre Einsaugung ins Wasser gebraucht werden.

Endlich ist hier noch zu bemerken, daß **Prieſtley** (Vers. und Beob. Th. III. S. 211.) durch Abrauchen einer Goldauflösung auch das Königswasser in eine luftähnliche Form gebracht hat, in der man es **königssaure Luft**, (Gas acidum regale, Gas muriatico-nitrosum) nennen könnte. Diese Gasart erweiset sich theils als Salpeterluft, theils aber auch, und noch mehr, als salzsaures Gas; sie

löscht Lichter aus, brennt mit einer schönen blauen Flamme, und greift das Quecksilber an. Ihre Eigenschaften sind noch nicht hinreichend untersucht.

Gas, schwefelleberartiges, s. **Gas, hepatisches.**

Gas, vitriolsaures, flüchtiges schwefelsaures Gas (Macquer), **vitriolsaure Luft** (Priestley), **luftförmige Schwefelsäure** (Lavoisier), **luftförmige phlogistisirte Vitriolsäure** (Bergmann), **Schwefelluft**, Gas acidum vitriolicum, Gas acidum sulphureum volatile, Aer acidus vitriolicus, Acidum vitrioli phlogisticatum aëriforme, Mephitis acida sulphuris, *Gas ou Air acide vitriolique*, *Acide de soufre aëriforme.* Die phlogistisirte Vitriolsäure oder flüchtige Schwefelsäure in Luftgestalt, oder dasjenige irrespirable mit Wasser mischbare Gas, welches man aus Vermischung der Vitriolsäure mit entzündlichen Körpern, z. B. mit Oelen, durch eine gelinde Wärme erhält.

Man wußte schon längst, daß die Vitriolsäure, welche eine vorzügliche Verwandschaft mit dem Phlogiston hat, bey ihrer Verbindung mit demselben einen Schwefelgeruch annimmt, und schweflichte Dämpfe von sich giebt. **Priestley**, dem es schon gelungen war, die Dämpfe des Salzgeists in Luftform darzustellen, machte ähnliche Proben mit diesen Schwefeldämpfen, und nannte das erhaltene Gas **vitriolsaure Luft.**

Um sie zu erhalten, darf man nur in die Entbindungsflasche etwas Oliven- oder Mandelöl thun, und darüber etwa 3 bis 4mal soviel sehr starkes Vitriolöl gießen, so daß beydes zusammen das Drittel oder die Helfte der Flasche füllt. Dies giebt bey einer gelinden Wärme, wozu schon die Flamme eines Wachslichts hinreichend ist, die elastische Materie, welche im Quecksilber-Apparat aufgefangen wird. Statt des Oels kan man auch Weingeist, Aether, Kohlen, Metalle u. dgl. nehmen, nur Gold und Platina ausgenommen, welche die Vitriolsäure nicht angreift. Das Vitriolöl muß sehr **concentrirt** seyn, besonders, wenn man Metalle dazu nimmt, unter welchen einige mit ver-

dünnter Vitriolsäure eine ganz andere Luftgattung, nemlich brennbare Luft, geben. Von Substanzen, welche mit der Vitriolsäure heftig aufbrausen, z. B. Oel und Quecksilber, muß man nicht allzuviel nehmen, weil sonst die Gefäße leicht zerspringen. Mit Holzkohlen geht die Entbindung am stillsten von statten; auch mit Zucker, wobey von **Herbert** dem erhaltenen Gas den besondern Namen der zuckersauren Luft beylegt. Gemeiniglich ist etwas brennbare, fixe und phlogistisirte Luft dabey, besonders viel brennbare, wenn man sich des Aethers bedient hat.

Um die Quellen des Aachner Bades findet man diese Luft natürlich.

Sie ist nach **Fontana** doppelt so schwer, als die gemeine Luft, hat den sehr stechenden und durchdringenden Geruch des verbrennenden Schwefels, und einen sehr schwach-säuerlichen Geschmack, röthet den Violensaft und entfärbt ihn endlich ganz, wie die phlogistisirte Vitriolsäure. Sie tödtet die Thiere schnell, löscht die Lichter aus, ohne vorher ihre Flamme zu vergrößern, trübt das Kalkwasser nicht, und bildet mit den Laugensalzen und Erden eben die Neutral- und Mittelsalze, wie die phlogistisirte Vitriolsäure.

Sie wird vom Wasser, und zwar auch vom siedenden, schnell eingesogen, so daß 100 Theile Wasser 5 Theile Schwefelluft, dem Gewichte nach, in sich nehmen. Das mit ihr imprägnirte Wasser ist klar und hell, und erlangt alle Eigenschaften der phlogistisirten Vitriolsäure. Es unterscheidet sich vom Vitriolöl durch eine weit schwächere Säure und stärkere Flüchtigkeit; daher auch der Geruch unerträglich auffallend ist, und das Wasser an der freyen Luft fast gänzlich verraucht. Das Eis schmelzt in der Schwefelluft, obgleich die Imprägnation damit das Gefrieren des Wassers nicht verhindert. Auch löset dieses Gas den Kampher, das Eisen und das Kupfer auf; treibt aus keinem Neutral- oder Mittelsalze die Säure aus, wohl aber aus den milden Laugensalzen die Luftsäure; und verhindert die Gährung. Es wird auch vom Vitrioläther,

der Schwefelleber, den Kohlen, dem Borax, Fischthran u. dgl. absorbiret.

Wenn man die vitriolsaure Luft mit atmosphärischer, und noch mehr mit dephlogistisirter, vermischt, so erzeugt sich einige Wärme. Wäscht man das Gemisch in Wasser, so scheidet sich die Säure schnell ab, und die respirable Luft bleibt nur phlogistisirt und in einem verminderten Volumen zurück. Fixe und phlogistisirte Luft vermischen sich mit der Schwefelluft ohne Veränderung.

Man sieht hieraus, daß dieses Gas nichts anders, als eine durch Phlogiston flüchtig gewordene Vitriolsäure in Luftgestalt sey. Durch die starke Anziehung nimmt die concentrirte Vitriolsäure das Brennbare in Menge an sich, wird dadurch flüchtig und stark von Geruch, läßt es aber auch wieder von sich, sobald Stoffe vorhanden sind, die es stärker anziehen, z. B. respirable Luft, welche dadurch phlogistisirt wird, und eine gewöhnliche Vitriolsäure zurückläßt. Bey der Einwirkung der Vitriolsäure in die entzündlichen Substanzen wird ein Theil des in den Körpern gebundnen Feuers frey, durch welchen die phlogistisirte Säure luftförmig wird. Sobald sie das Wasser berührt, wird sie aufgelöset, und läßt das in ihr gebundne Feuer wiederum los, daher sie auch das Eis schmelzet. Nach der verschiedenen Menge des Brennbaren ist die phlogistisirte Vitriolsäure selbst sehr verschieden. In 100 Gran Schwefelluft sollen nach **Kirwan** (Von der Menge des Phlogistons in vitriolischer Luft, in dessen Versuchen und Beob. 1. Stück. S. 121.) 8,48 Gran Phlogiston und 91,52 Gran Säure enthalten seyn.

Priestley Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. III Theile 8. Wien, 1778. 1779 1780. Versuche und Beob über verschiedne Zweige der Naturlehre, a. d. Engl. I. B. Leipz. 1780. II. B. Wien u. Leipz. 8. an mehreren Stellen.

Macquer's Chymisches Wörterbuch, mit Herrn Leonhardi Zusätzen, Art. Gas.

Aerologiae physico-chemicae recentioris primae lineae, scr. *Io. Gottfr. Leonhardi.* Lips. 1781. 4.

Tib. Cavallo Abhandl. über die Natur und Eigenschaften der Luft, und der übrigen beständig elastischen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. gr. 8.

Ueber die Luftgattungen, nach Priestley, in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, III. Bandes, 1stes, 3tes und 6tes Stück.

Grens systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Erster Theil. Halle, 1787. gr. 8.

Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre, Vierte Auflage, mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787. 8. Zusätze über die verschiedenen Luftarten, S. 191—205.

Gebirge, s. Berge.

Gefrierpunkt, s. Thermometer.

Gefrierung, Congelatio, *Congelation.* Der Uebergang eines erkaltenden Körpers aus dem flüßigen Zustande in den festen. In dieser weitläuftigern, aber physikalisch richtigen, Bedeutung des Worts gehört das Erhärten geschmolzener Metalle ebenfalls zu den Gefrierungen, und es wird die **Gefrierung** überhaupt der **Schmelzung** entgegengesetzt, s. **Schmelzung.** Der gemeine Sprachgebrauch aber nennt das Festwerden durch die Erkaltung nur alsdann ein **Gefrieren,** wenn es Körper betrifft, welche bey den gewöhnlichen Temperaturen der Atmosphäre flüßig sind, z. B. Wasser, Quecksilber u. a.: und giebt ihm dagegen den Namen des **Gestehens,** wenn der Körper bey der Sommerwärme unsers Luftkreises noch fest bleibt, und also erst durch stärkere Hitze hat geschmolzen werden müssen, wie Wachs, Schwefel, Metalle u. s. w.

Allem Ansehen nach ist das Feuer oder die Wärme die einzige Ursache der Flüßigkeit s. **Flüßig.** Dem zu Folge wird ein flüßiger Körper gefrieren oder in den festen Zustand übergehen, wenn ihm der zur Bewirkung seiner Flüßigkeit erforderliche Grad der Wärme entzogen wird. Dieser Grad ist zwar für ebendieselbe Substanz immer der nemliche, bey verschiedenen Substanzen aber ist er verschieden.

Das reine Wasser gefriert zu **Eis** bey einer Temperatur, welche so bestimmt und sich immer so gleich gefunden wird, daß man sie bey den Abmessungen der Wärme

als einen festen Punkt zum Grunde legt, s. **Thermometer**. Dieser Punkt ist der 32ste Grad der fahrenheitischen, und die Null der reaumurischen Thermometerscale. Er bestimmt die Temperatur der Atmosphäre, bey welcher sich **Frost** und **Thauwetter** scheiden. Von Substanzen, welche bey dieser Temperatur noch flüßig bleiben, sagt man insgemein, daß sie **gefrieren**, wenn sie bey größerer Kälte fest werden; diejenigen aber, welche bey diesem Grade schon fest sind, und erst in größerer Hitze flüßig werden, betrachtet man gleichsam als natürlich feste Körper, obgleich ihr **Gestehen** nach vorhergegangner Schmelzung physikalisch gar nicht von der Gefrierung unterschieden ist.

Milch gefriert beym 30sten, Weinessig und Urin beym 28sten, Lämmerblut beym 25sten, Burgunder, Madera und Bordeauxer Wein beym 20sten Grade, halb Wasser und halb hochrectificirter Weingeist unter einander gemischt bey — 7 (d. i. bey 7 Grad unterhalb der Null) des fahrenheitischen Thermometers. Für andere Substanzen, die bey der Temperatur des gefrierenden Wassers noch fest sind, werde ich dem Sprachgebrauche gemäß den Grad ihres Schmelzens angeben, s. **Schmelzung**.

Vom **Quecksilber**, das bey großen Graden der Kälte noch flüßig bleibt, glaubte man ehedem, es gefriere gar nicht, oder sey wesentlich flüßig, wenigstens habe ihm noch kein bekannter Grad der Kälte die Flüßigkeit entzogen. **Gmelin** sahe es zu Jeniseisk in Sibirien im Jahre 1734 bis auf — 120 Grad der fahrenheitischen Scale herabfallen, ohne daß es ihm seine Flüßigkeit zu verlieren schien; in andern Fällen, die er auf seiner damaligen Reise beobachtete, zeigten sich im Thermometer Erscheinungen, die dem Gefrieren ähnlich waren, die er aber gar nicht dafür ansahe, sondern von dem Essig herleitete, mit dem man das Quecksilber gereiniget hätte. Am 14. Dec. 1759 aber sank dem Professor **Braun** zu Petersburg bey einer Temperatur der äußern Luft von — 34 Grad nach Fahrenheit in einer Mischung von Schnee und rauchendem Salpetergeist das Quecksilber des Thermometers bis — 352 Grad herab,

und er fand dasselbe, als er die Kugel aus der Mischung nahm, wider alle Erwartung fest oder gefroren. Am 25. Dec. darauf ward der Versuch wiederholt, und die Kugel des Thermometers zerbrochen, wobey sich das Quecksilber als eine feste, glänzende, metallische Masse zeigte, die noch weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab. (De admirando frigore artificiali, quo mercurius s. hydrargyrus est congelatus, auct. *Ios. Ad. Braunio*, Petrop. 1760. 4. und in Nov. Comm. Petrop. Vol. XI. p. 268. Additamenta et supplem. ibid. p. 302.) Herr **Blumenbach** in Göttingen, jetzt Professor daselbst, war der Erste, der seitdem das Gefrieren des Quecksilbers wahrnahm, als er am 11. Jan. 1774 etwas von diesem Metalle mit einer Mischung von Schnee und Salmiak umgeben der Luft aussetzte, in welcher ein Weingeistthermometer — 10 Grad nach Fahrenheit zeigte (s. Götting. Anz. von gelehrten Sachen 1774. 13. St. v. 29. Jan.). Inzwischen hatte die königliche Societät zu London dem Herrn **Hutchins**, welcher als Gouverneur des Albany-Forts nach der Hudsonsbay gieng, dieser Versuche halber Auftrag gethan. Dieser brachte im Jänner und Februar 1775 das Quecksilber zweymal zum Gefrieren; dem D. **Bicker** in Rotterdam gelang der Versuch nur unvollkommen am 28. Jan. 1776 bey einer Temperatur der Luft von — 2, wobey das Quecksilber schon bey — 94° stehen blieb und auf der Oberfläche wie ein Amalgama gerann; der D. **Fothergill** in Northampton aber brachte es um eben diese Zeit bey einer natürlichen Kälte von + 9° zum Gefrieren. Man hatte zwar hiebey den eigentlichen Gefrierpunkt dieses Metalls nicht zuverlässig bestimmen können; Brauns letztere Versuche veranlasseten jedoch die meisten Naturforscher, ihn nicht geringer, als — 352 Grad der fahrenheitischen oder 500 der delislischen Scale, anzunehmen.

Hutchins hingegen bediente sich nach dem Vorschlage von **Cavendish** und D. **Black** der Methode, in das zum Gefrieren bestimmte Quecksilber ein kleines Thermometer zu setzen, weil zu vermuthen war, es werde das Metall beym Uebergange in den festen Zustand, wie andere

Materien, eine unveränderliche Temperatur annehmen, und diese durch das darinn stehende Thermometer anzeigen, weil doch die plötzliche Zusammenziehung erst im Augenblicke der Gefrierung anfange. Auf diese Art fand er im Jahre 1781 durch eine Reihe schöner Versuche (Experiments for ascertaining the point of mercurial congelation by *Thomas Hutchins*, Philos. Trans. Vol. LXXIII. P. II. mit Abhandlungen von **Blagden** und **Cavendish** begleitet), daß der wahre Gefrierpunkt des Quecksilbers nicht unter — 39° nach Fahrenheit sey, und das Herabsinken bis — 352° blos von einer starken Zusammenziehung im Augenblicke des Gefrierens herrühre, bey welcher dieses Metall ganz aufhört, einen richtigen Maaßstab der Wärme abzugeben. Seitdem hat auch D. **Guthrie** zu Petersburg (Nouvelles experiences pour servir à determiner le vrai point de congelation du mercure etc. à St. Petersb. 1785. 4.) seine Versuche hierüber bekannt gemacht, welche in der Hauptsache mit den Hutchinsischen übereinstimmen, und zugleich erweisen, was man sonst in Zweifel zog, daß das Quecksilber auch in seinem reinsten Zustande zum Gefrieren gebracht werden könne. Schon vor **Hutchins** hätte man wissen können, daß der Gefrierpunkt des Quecksilbers so tief nicht liege, als man ihn damals nach Braun annahm. Denn **Pallas** hatte bereits am 6 und 7 Dec. 1772 zu Krasnojarsk im asiatischen Sibirien (unter 93° Länge und 56½° nördlicher Breite) durch die bloß natürliche Kälte das Quecksilber sowohl im Thermometer, als in einer ofnen Schale gefrieren sehen. Er konnte freylich den Grad dieser Kälte nicht genau angeben, aber ein einfallender Nordwestwind, wobey die gefrornen Massen wieder schmolzen und das Thermometer herstellten, brachte dasselbe sogleich auf — 46°, welcher Grad doch nahe an dem wahren Gefrierpunkte liegen mußte. Die Geschichte aller dieser und mehrerer Versuche hat **Blagden** (History of the congelation of Quicksilver, in den Phil. Tr. Vol. LXXIII. P. II. p. 329 seqq. deutsch in den leipz. Sammlungen zur Physik und Naturg. III. B. 3tes und 5tes St.) sehr vollständig erzählt und mit lehrreichen Bemerkungen begleitet.

Höchst rectificirter Weingeist und andere von wässerichten Beymischungen ganz reine geistige **Liquoren** gefrieren gar nicht, oder doch später, als das Quecksilber, so daß sie die Kälte der Mischungen von Schnee und Säure, welche nicht über — 46° zu steigen scheint, vollkommen aushalten. Mit Wasser vermischt aber gefrieren sie bey geringerer Kälte. **Luftförmige Stoffe** gefrieren bey keinem bekannten Grade der Kälte, und eben dies ist das wesentliche Kennzeichen, wodurch man sie von den Dämpfen unterscheidet, welche in der Kälte zusammenfließen.

Sowohl die gefrierenden, als auch die nach dem Schmelzen erhärtenden Substanzen behalten die Temperatur, die zu ihrem Festwerden nöthig ist, während des Ueberganges aus dem flüßigen Zustande in den festen unverändert bey. Es ist dies wohl eine natürliche Folge davon, daß die Wärme, die vorher ihre Flüßigkeit bewirkte, während dieser Zeit frey wird, und das weitere Erkalten so lange hindert, bis die Flüßigkeit völlig aufgehoben ist.

Nach vollendeter Gefrierung aber kan der entstandene feste Körper auch größere Grade der Kälte annehmen. Viele Substanzen können, wenn sie in Ruhe sind, einige Grade kälter werden, als zu ihrer Gefrierung nöthig ist; sobald sie aber in Bewegung kommen, werden sie plötzlich fest, und kehren dabey genau zu der Temperatur ihres Gefrierens zurück. Man sehe hierüber den Artikel: **Eis**.

Beym Gefrieren selbst, so wie beym Gestehen nach der Schmelzung, ändern alle Substanzen ihr Volumen schnell und stark; manche dehnen sich dem Anscheine nach aus, andere ziehen sich zusammen. Das **Zusammenziehen** wird in den meisten Fällen bemerkt, und ist vielleicht ein allgemeines Phänomen bey allen festwerdenden Substanzen. Es ist besonders beym Gefrieren des Quecksilbers sehr stark, welcher Umstand eben den Irrthum über den Gefrierpunkt dieses Metalls veranlaßt hat. Wie weit die Zusammenziehung gehe, ist doch durch die bisherigen Versuche nicht genau bestimmt. Nimmt man nach **Braun** an, es sey bis 550° der delislischen Scale gesunken, da sein Gefrierpunkt (— 40° Fahr.) 210° dieser Scale ist, so

so hat die Zusammenziehung 340 delislische Grade, d. i. $\frac{340}{1000}$ des Volumens bey der Temperatur des kochenden Wassers, oder $\frac{340}{9790}$ d. i. beynahe $\frac{1}{27}$ des Volumens im Augenblicke der Gefrierung betragen. Es ist aber hiebey nicht auf die in der gefrornen Quecksilbermasse entstandenen Höhlungen gerechnet. Eben dieses Zusammenziehen bemerkt man beym Gestehen der meisten geschmolznen Metalle, und anderer Materien.

Wasser hingegen, Eisen, Schwefel und Spießglas scheinen sich beym Uebergange in den festen Zustand auszudehnen. Vom Wasser s. den Art. **Eis.** Vom Eisen hat man bemerkt, daß alsdann inwendig in demselben viele kleine Höhlungen entstehen, und daß hingegen reiner Stahl sich beym Erhärten zusammenzieht. Vielleicht sind dergleichen Höhlungen (sie seyen nun mit Luft angefüllt, wie beym Eise, oder nicht) die Ursache der scheinbaren Vergrößerung des Volumens, und wenn man sie abrechnete, könnte man wohl finden, daß sich der eigentlich mit fester Materie angefüllte Raum vermindert hätte. So wäre das plötzliche Zusammenziehen ein allgemeines Phänomen der Gefrierung, so wie Zusammenziehung überhaupt eine Wirkung der abnehmenden Wärme ist.

Herr **Lichtenberg** fand bey Wasser, das er im Vacuo frieren ließ, diese Höhlungen so groß, daß das ganze Eis einem Schaume glich, s. **Eis.** Er giebt hievon drey Ursachen, wenigstens als mögliche, an. Es kan nemlich das Wasser noch nicht ganz rein von Luft gewesen seyn, die sich beym Gefrieren losgemacht, und im Vacuo so große Blasen gebildet hat; oder es kan durch den Proceß des Gefrierens ein luftförmiger Stoff erzeugt werden; oder es kan endlich die dabey frey werdende Wärme stark genug seyn, um im Vacuo ein augenblickliches Sieden zu bewirken, d. h. einen Theil des Wassers in elastische Dämpfe zu verwandeln. Vielleicht, sagt er, finden alle drey Umstände zugleich statt.

Die meisten, und vielleicht alle Substanzen, krystallisiren sich beym Gefrieren. Vom Wasser sehe man hierüber die Worte: **Eis, Schnee.** Beym Quecksilber fand schon

Braun, wenn es unvollkommen gefroren war, und der noch flüßige innere Theil abgegossen ward, die Oberfläche, welche alsdann zum Vorschein kam, äußerst rauh, und gleichsam aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt. **Hutchins** (Experiments for ascertaining etc. Exp. X.) bemerkte, als er das flüßige Queckfilber abgoß, daß die innere Oberfläche sehr uneben und mit vielen überzwerch laufenden Nadeln besetzt war, wovon einige Kügelchen, wie Knöpfe, hatten. Eben dies erfolgt auch beym Gestehen geschmolzener Metalle. Wenn man hiezu schickliche Massen von denselben der kalten Luft so lang aussetzt, bis die äussere Seite erhärtet ist, und alsdann die innere noch flüßige Masse abgießt, so sieht man die Höhlung in der Mitte allenthalben mit Drusen von metallischen Krystallen besetzt, welche an Schönheit und Regelmäßigkeit schwerlich den feinsten Salzkrystallen nachstehen.

Nach dieser kurzen Erzählung der vornehmsten Phänomene des Gefrierens will ich noch etwas von den Meynungen der Naturforscher über die Ursache desselben hinzufügen.

Descartes (Princip. philos. nat. P. IV. Prop. 48. u. Meteor. C. I. §. 7.), welcher die Festigkeit für Ruhe und die Flüßigkeit für innere Bewegung der Theile annahm, erklärt die Gefrierung für eine Folge der schwächern Wirkung seines zweyten Elements auf die Bewegung der Theile der Körper. Die größern Theile dieses Elements wirken nach ihm stärker, die feinern schwächer. Marmor und Metalle lassen in ihre Zwischenräume nur die feinern Theile dringen, daher werden sie wenig bewegt, und zeigen Festigkeit und Kälte. Das Wasser nimmt zwar größere Theile auf, die seine Bestandtheile trennen und bewegen; im Winter aber, wenn die subtile Materie sehr fein ist, kommen die Wassertheile in Ruhe, legen sich unordentlich über einander, und bilden einen festen Körper.

Gassendi und andere, welche eine **kaltmachende Materie** annehmen, leiten die Gefrierung von dem Eindringen dieser Materie in die Zwischenräume der flüßigen Körper her, wo sich dieselbe festsetzen, die freye Bewegung der

Theile hindern, und so das Festwerden und die Vergrößerung des Volumens beym Eise veranlassen soll. Ueber die Natur der kaltmachenden Materie aber sind die Meynungen wiederum verschieden gewesen.

Einige glaubten, die eindringende Materie sey blos die gemeine Luft, welche die Blasen des Eises erzeuge und das Volumen vergrößere; **Boyle** aber (Historia experimentalis de frigore. Londin. 1665. 8.) widerlegte schon diese Meynung, indem er zeigte, daß das Wasser auch in hermetisch verschloßnen Gefäßen mit Blasen gefriere, und das Oel beym Gefrieren sich zusammenziehe.

Musschenbroek (Introd. ad philos. nat. §. 1504. sq.) meynt, das Gefrieren rühre gar nicht unmittelbar von der Kälte, sondern von dem Eindringen einer feinern Materie (nonnullorum corporum subtilium, quae sunt in caelo) her, die sich mit dem kalten Wasser mische, eine Gährung oder Aufbrausen veranlasse und die Theile befestige. Seine Gründe sind: Das Eis sey nicht in Ruhe; denn die Blasen nähmen beym Fortgange des Gefrierens zu, es zersprenge die Gefäße, dehne sich aus und dünste. Es schwelle zu sehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blasen zusammengedrückt sey. Manchmal bleibe das Wasser flüßig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte stehe, zumal in Gefäßen, wenn nemlich die frostmachende Materie nicht frey durch die Wände dringen könne. In Holland friere es nicht beym Nordwinde, der über die kältesten Gegenden komme, sondern beym Ostwinde, der über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit sich führe. Der Frost sey manchmal nur in einen kleinen Bezirk Landes eingeschränkt, richte sich auch nicht nach den geographischen Breiten. Kranke ahndeten den Frost vorher, wegen der in der Luft befindlichen fremden Theile; gefrornes Wasser sey nicht mehr so geschickt zu Bereitung der Speisen; Scheidewasser mache das Wasser wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eises richte sich nicht nach dem Grade der Kälte; Wasser in eine Mischung von Salz und Schnee gesetzt, gefriere, indem die Mischung selbst schmelze. Die Anzahl dieser Gründe ist ansehnlich genug; allein alle an-

geführte Umstände lassen sich auch aus Entziehung der Wärme erklären. Ueberdies findet man eine Masse Eis nicht schwerer als das Wasser, woraus sie entstand, und der Augenschein lehrt zu deutlich, daß es nicht einer fremden Materie halber, sondern nur darum friert, weil es kalt ist.

Die Chymiker haben lange Zeit die kaltmachende Materie unter den Salzen und besonders im **Salpeter** gesucht, welcher ihrer Meynung nach sehr häufig im Luftkreise enthalten seyn sollte. Man nahm die Theile dieses Salzes für kleine spitzige Nadeln an, die sich an die Wasserkügelchen ansetzten, und sie endlich auf allen Seiten gleichsam mit Stacheln umringten und in einander verwickelten. Die Empfindung der Kälte selbst sollte von der Einwirkung dieser spitzigen Theilchen auf unsern Körper herkommen. Die künstlichen Gefrierungen, die man durch Mischungen des Eises oder Schnees mit Salpeter hervorbringen kan, schienen diese Erklärungen zu begünstigen. Man glaubte, die Salpetertheilchen drängen dabey durch die Zwischenräume der Gefäße in das darinn befindliche Wasser ein, s. **Kälte, künstliche**. Man kan aber diesem Argumente seine ganze Beweiskraft durch die Frage benehmen, warum denn diese kaltmachende Mischungen nicht selbst gefrieren. Es ist auch anjetzt gewiß genug entschieden, daß man, um die Phänomene der Kälte zu erklären, keine besondere Materie nöthig hat, s. **Kälte**.

Winkler (De causis frigoris et glaciei. Lips. 1737. 4.) nimmt an, die sonst runden Wassertheilchen würden beym Gefrieren zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckichte Körper zertrennt, woraus er vornehmlich die Vergrößerung des Volumens beym Eise erklären will. Aber welche Kraft sollte eine solche Zertrennung bewirken? In einer neuern Schrift (Unde vim elasticam adipiscatur aqua rarescens, Lips. 1753. 4.) sieht er zwar die Festigkeit des Eises richtig als den natürlichen Zustand des vom Feuer verlassenen Wassers an, leitet aber die Vergrößerung des Volumens davon her, daß sich die Wassertheile bey der Berührung in hohle elastische Kügelchen vereinigen.

Seitdem die Gefrierung des Quecksilbers außer Zweifel gesetzt ist, hat man vermöge der Analogie deutlicher eingesehen, daß es für alle Metalle, so wie für alle übrigen Substanzen, gewisse Temperaturen gebe, bey welchen sie ihre Flüßigkeit mit der Festigkeit vertauschen, daß das Gefrieren mit dem Gestehen geschmolzner Materien einerley Phänomen sey, und daß man Festigkeit und Flüßigkeit nicht für Eigenschaften der Körper, sondern für bloße vom Grade ihrer Wärme abhängende Zustände derselben halten müsse. Diese Meynung selbst ist nicht neu; **Boyle** gedenkt ihrer schon, als einer sehr wahrscheinlichen, an mehrern Stellen; sie ist aber erst in neuern Zeiten herrschender und allgemeiner geworden. Man sieht demnach die Flüssigkeit als eine Wirkung der Wärme oder des Feuers an, welches durch seine Dazwischenkunft und chymische Verwandschaft den Zusammenhang der Theile schwächt, dagegen derselbe durch die Entziehung des Feuers, oder durch die Kälte wiederum zu seiner vorigen Stärke gelanget. So erklären sich die Phänomene des Gefrierens sehr leicht und ungezwungen. Eine jede Substanz muß, um flüßig zu seyn, wenigstens einen bestimmten Grad freyer Wärme bey sich haben; verliert sie etwas hievon, so gewinnt das Bestreben ihrer Theile zu einander die Oberhand, und es zeigt sich Zusammenhang und Festigkeit. Während des Uebergangs wird ein Theil des gebundnen Feuers, das vorher die Flüßigkeit bewirkte, frey und ersetzt den Verlust der freyen Wärme, daher der Körper während des Gefrierens nicht weiter erkaltet. Hat das Anziehen der Theile wegen der Ruhe des Körpers u. dgl. nicht gleich wirken können, und ist also etwas mehr freye Wärme ausgegangen, als sonst zum Gefrieren hinlänglich wäre, so wird bey der geringsten Bewegung das Anziehen plötzlich wirken, wobey die gebundene Wärme, welche vorher Flüßigkeit bewirkte, auf einmal frey wird, und den Körper auf die Temperatur seines eigentlichen Gefrierpunkts zurückbringt. Die plötzliche Zusammenziehung ist die Wirkung des nähern Zusammentretens der Theile, und die Ausdehnung des gefrierenden Wassers scheint blos von Ne-

beursachen, z. B. von den darinn entstehenden Höhlungen oder Luftblasen, von der dem Wasser eignen Art der Krystallisation u. s. w. herzukommen.

Man sehe übrigens die Artikel: **Eis, Krystallisation; Kälte, Kälte, künstliche; Schmelzung, Feuer, Wärme.**

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg. Vierte Auflage, §. 424—431. §. 472.

Blagden Geschichte der Versuche über das Gefrieren d. Quecksilbers in d. Sammlungen zur Phys. u. Naturg. III. B. 3. u. 5. St.

Musschenbroek Introd. in philos. nat. Vol. II. §. 1504. sqq.

Gefühl, Tactus, *Tact*, *le Toucher*. Der Sinn, durch welchen wir die fühlbaren Gegenstände bemerken. Es ist der gröbste, aber auch der zuverläßigste unserer Sinne, der die **Ueberzeugung** von dem Daseyn der Dinge außer uns ganz vollendet. Er ist überdies durch den ganzen Körper verbreitet, und wir nehmen durch ihn die Gegenstände von allen Seiten wahr, da die übrigen Sinne nur auf gewisse Theile des Körpers eingeschränkt sind. Ohne Gefühl würden wir Avtomate seyn; man würde uns zerstören können, ohne daß wir etwas davon bemerkten.

Das Werkzeug des Gefühls sind die über den ganzen Körper verbreiteten **Nerven.** Die Haut, ein ungemein dichtes Gewebe von Fibern, ist mit unzählbaren kleinen Löchern durchbohrt, durch welche die äußersten Enden der Nerven, die **Fühlkörner**, wie kleine Wärzchen gebildet, hindurchgehen, ihr äußeres, aus der harten Hirnhaut entspringendes, Häutchen seitwärts ablegen, und sich mit einem netzförmigen Schleim (Rete Malpighianum) bedeckt, bis unter das **Oberhäutchen** oder die **Epidermis** erstrecken. Hier liegen sie nach geraden Linien in einer gewissen Ordnung, durch welche die auf der Haut sichtbaren, und besonders an den Fingerspitzen in Form von Spirallinien so merklichen Furchen gebildet werden. Diese Nervenspitzen oder Fühlkörner sind der eigentliche Sitz und das Werkzeug des Gefühls.

Dieser Sinn ist der allgemeinste, und begreift die übrigen unter sich, welche alle auf besondere Arten des Ge-

fühls hinauslaufen. Er kan durch Aufmerksamkeit und Uebung so verfeinert werden, daß durch ihn oft Blinde für den Mangel des Gesichts großentheils entschädigt worden sind.

Gegenstände des Gefühls sind alle Körper, welche die Oberfläche der Haut erschüttern und unsere Nerven bewegen können. Wir erkennen durchs Gefühl ihr Volumen, ihre Gestalt, Ruhe, Bewegung, Härte, Weichheit, Flüssigkeit, Wärme, Kälte, Trockenheit, Feuchtigkeit u. s. w.

Der Sinn des Gefühls ist zugleich thätig und leidend. Wir fühlen zwar mehrentheils Dinge außer uns, aber wenn ein Glied des Körpers das andere berührt, so fühlen beyde und werden gefühlt; beyde sind Gegenstand und Werkzeug zugleich.

Sind die Nervenspitzen durch Verbrennung zerstört, mit einer fremden Materie bedeckt, durch die Kälte zusammengezogen, gelähmt rc., so verliert der Theil, den dies betrift, das Gefühl so lange, bis sie wieder in ihren natürlichen Zustand zurückkehren.

Ein besonderes Phänomen des Gefühls ist der **Kitzel**, eine leichte Erschütterung der Nervenspitzen, welche jedoch lebhaft genug ist, um eine unangenehme Empfindung zu erregen, und die in besonders genauer Verbindung mit der Einbildungskraft steht.

Nollet Leçons de physique. Paris, 1743. 12. To. I. p. 151. sq.
Le Cat Traité des sens. Paris, 1767. 8. p. 203.

Gegenfüßler, Antipoden, Antipodes, Antichthones, *Antipodes.* Diesen Namen giebt man den Bewohnern solcher Länder, welche auf der Erdfläche einander dem Durchmesser nach gegenüber stehen. Die in o, Taf. VIII. Fig. 2. sind derer in n, und diese jener Antipoden. Das Zenith jener ist das Nadir dieser, und umgekehrt. Beyde treibt die Schwere nach C, dem Mittelpunkte der Erde, oder vielmehr lothrecht gegen die Erdfläche, auf der ihre Füße stehen. Beyde stehen also fest, und es ist bey einer sehr mäßigen Aufmerksamkeit leicht zu übersehen, daß die in n weder herabfallen können, noch etwa die Köpfe unter-

wärts kehren, wie sich Unerfahrne bisweilen vorstellen, wenn sie die Figur und die Worte: **oben, unten** blos auf den Ort o beziehen. Jedem Menschen heißt das **oben**, wohin sich sein Haupt, und das **unten**, wogegen sich seine Füße kehren. Für die in n ist also N oben und C unten, und die Richtung der Schwere treibt bey ihnen eben sowohl, als bey uns, die Körper **niederwärts**, daher sie von ihrer Stellung gegen Himmel und Erde eben die Empfindung, wie wir von der unsrigen, haben. Alles dies ist durch die wirklichen Erfahrungen der vielen Weltumsegler vollkommen bestätiget worden. In Vergleichung mit einander aber kehren sich die in n und die in o wirklich die Füße zu, daher auch die Benennungen ihren Ursprung haben.

Gegenfüßler wohnen in gleichen, aber entgegengesetzten, Breiten, und die Längen ihrer Wohnplätze unterscheiden sich um 180°. Daher sind ihre Jahrszeiten gerade entgegengesetzt, und ihre Stunden um 12 St. unterschieden. Unsere Antipoden haben Frühling, wenn wir Herbst, Mitternacht, wenn wir Mittag haben. Für Leipzig fällt der entgegengesetzte Ort der Erdfläche in die Südsee zwischen Neuseeland und die südliche Spitze von Amerika, daß wir also keine eigentlichen Gegenfüßler haben.

Die Idee von Antipoden findet sich schon bey den griechischen Weltweisen, und namentlich beym **Plato**, zu dessen Zeiten man die Kugelgestalt der Erde längstens aus Schlüssen kannte. Sehr viele Schriftsteller, z. B. **Cicero** (Quaest. Acad. IV. 39.), **Plinius** (H. N. II. 65.), **Plutarch** (De facie lunae) gedenken der Antipoden, zum Theil umständlich. Die Kirchenväter hingegen fingen an, sich sehr heftig gegen die Meynung von der Kugelgestalt der Erde zu erklären. **Lactantius** (Instit. Divin. III. 24.) und **Augustinus** (De civit. Dei XVI. 9.) läugnen das Daseyn der Gegenfüßler, und **Cosmas** nennt die Vertheidiger der Runde der Erde homines nomine Christiano indignos, qui S. Scripturam abnegent, utpote quae mundum esse tabernaculum testetur. Im achten Jahrhunderte n. C. G. vertheidigte **Vergilius**, der aus Irland nach

Bayern gekommen war, das Christenthum zu predigen, die Meynung von den Gegenfüßlern. Der bekannte Apostel der Bayern und Thüringer, **Bonifaz**, beklagte sich beym Pabste **Zacharias**, er lehre alium mundum sub terra, aliosque homines, und der Pabst antwortete: Vergilium philosophum a templo Dei et ecclesia depellito, si illam perversam doctrinam fuerit confessus (Man s. Aventini annal. Boiorum L. III.). Auch in neuern Zeiten hatte sich das Vorurtheil wider diese Meynung noch lange erhalten, bis endlich die Umschiffungen der Erde eine völlige Ueberzeugung von dem wirklichen Daseyn der Gegenfüßler verschaften.

G. S. *Bauer* Vergilius a Zacharia Papa et Bonifacio ob assertos antipodas haereseos inique postulatus. Lips. 1752. 4.

Gegengewicht, Pondus contrarium, *Contrepoids*, Ein Gewicht, oder eine andere bewegende Kraft, so angebracht, daß sie das Gewicht einer Last vermindert, oder wohl gar aufhebt, und dadurch deren Bewegung erleichtert.

Gegengewichte finden in vielen Werkzeugen und auf mancherley Art statt. Ein Beyspiel zeigt Taf. II. Fig. 44. bey dem Hookischen Radbarometer. Hier soll das Quecksilber, wenn es bey G steigt, das auf seiner Fläche schwimmende Stückchen Eisen heben, und dadurch die Rolle S mit dem Zeiger drehen. Dies zu erleichtern, wird an den über S gezognen Faden das Gegengewicht H gehangen. Dies hebt einen großen Theil des Gewichts von G auf, erleichtert also die Bewegung, und spannt zugleich den Faden. Es darf aber H nicht ganz so schwer, als G, seyn, damit beym Herabsinken des Quecksilbers, G ein Uebergewicht erhalte, wieder herabgehe und die Rolle S mit dem Zeiger zurückdrehe.

Man pflegt auf die Hebel oder Schwengel der Ziehbrunnen große Steine zu binden. Diese dienen als Gegengewichte, weil sie beym Aufziehen des vollen Eimers mit einem Theile seiner Last das Gleichgewicht halten, und also das Heben erleichtern.

Gegenschattichte, Antiscii, *Antisciens.* Bewohner solcher Orte der Erdfläche, deren Schatten im Mittage auf entgegengesetzte Seiten fallen. Es sind diejenigen, welche in den gemäßigten Zonen auf verschiedenen Seiten des Aequators wohnen. Die Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone sind den Bewohnern der südlichen gegenschattícht, und umgekehrt. Jene werfen ihren Mittagsschatten auf die Nordseite, diese auf die Südseite.

Gegenschein, s. Aspecten.

Gegenwirkung, Reaction, Reactio, *Reaction.* Wenn ein Körper in den andern wirkt, so leidet er dadurch selbst eine Veränderung. Er verliert nemlich so viel von seiner Kraft, Bewegung u. s. w., als auf die Wirkung in den andern verwendet wird. Man hat sich sonst vorgestellt, als ob der leidende Körper zurückwirkte, und dem thätigen dies entzöge. Dieses nun hat man mit dem Namen der **Gegenwirkung** bezeichnet, welche also nichts weiter ist als die Veränderung, die ein Körper dadurch, daß er in einen andern wirkt, erleidet.

Ein Pferd, das 10 Centner ziehen könnte, an einen Stein gespannt, den zu bewegen 8 Centner Kraft nöthig sind, zieht den Stein mit dieser Kraft, überwindet seine Trägheit, und verliert dadurch eben diese 8 Centner Kraft; natürlich darum, weil sie nichts mehr wirken können, wenn sie einmal verwendet sind. Es geht also so fort, als ob es nur noch 2 Centner Kraft hätte, und der Stein folgt ihm so, als ob er nun keine Gewalt mehr erforderte, fortgeführt zu werden. Man stellt sich also vor, der Stein wirke zurück, entziehe dem Pferde 8 Pfund Kraft, und übe eine **Gegenwirkung** aus.

Schon die Scholastiker lehrten, Wirkung sey nie ohne Gegenwirkung: **Newton** aber (Princip. philos. natur. Axiom. 3.) bestimmte genauer, der Wirkung sey allemal eine **gleiche** Gegenwirkung entgegengesetzt, (reactio aequalis et contraria actioni) und führte diesen Satz als ein Axiom in die Naturlehre ein.

Gehörig verstanden ist dieser Grundsatz sehr einleuchtend, und wird in der Lehre vom Druck und Stoß mit Nutzen gebraucht. Weil aber der Ausdruck: **Gegenwirkung** nicht ganz bequem ist, um eine bloße **Veränderung durch Wirken** zu bezeichnen, so hat dies zu falschen Anwendungen Anlaß gegeben. Manche Naturforscher legen dem leidenden Körper zu viel bey. **Hamberger** (Elem. physices mathem. Jenae, 1735. 8. §. 36.) behauptet, die Gegenwirkung, oder, wie er es nennt, der Widerstand sey eine **Kraft**, etwas wirklich entgegenziehendes oder stoßendes. Dies liegt nicht in dem Begriffe von Wirkung allein, aus dem man doch den newtonischen Satz lediglich herzuleiten hat, wenn er als Axiom angesehen werden soll. Ist so etwas wirklich vorhanden, so muß es aus besondern Erfahrungen bewiesen werden. Dergleichen Erfahrungen hat zwar Hamberger beygebracht, aber sie erweisen nicht, was sie sollen, und sind sämmtlich aus der Langsamkeit zu erklären, womit sich die Bewegung mittheilt. Z. B. Man legt ein Schrotkügelchen nahe an den Rand eines Tellers, und stößt an den gegenüberstehenden Rand, so scheint sich das Kügelchen dem Stoße entgegen zu bewegen. Eigentlich bewegt sich der Teller, kan aber diese Bewegung dem Kügelchen nicht gleich mittheilen; also ruht dieses, der Teller geht darunter weg, und die Bewegung des Kügelchens, welche eine Gegenwirkung beweisen sollte, ist gar nicht vorhanden. Oder: Man hängt einen Tabakspfeifenstiel BC Taf. X. Fig. 38. senkrecht auf, und stellt unten an denselben ein Gläschen IF so, daß es ihn bey C berührt. Schlägt man nun **sehr geschwind** nach der Richtung AE an den Pfeifenstiel, daß er zerbricht, so wird das Gläschen nach der Richtung IG umgeworfen. Dies soll eine zurückwirkende Kraft des geschlagnen Körpers erweisen; allein, was hier vorgeht, ist folgendes. Der Schlag theilt dem abgebrochenen Ende E eine große Geschwindigkeit nach ED mit, die sich nicht gleich durch das ganze Stück EC verbreiten kan. Daher bleibt der Schwerpunkt des Stücks, oder K in Ruhe, und EC dreht sich um K in die Lage DH, wobey der Punkt C den Weg CH nehmen, und

das Glas nach der Richtung IG umwerfen muß. Schlägt man **langsam**, oder **weit unten**, nahe bey C, so wird das Glas **nicht** umfallen, und die eingebildete zurückwirkende Kraft wird außenbleiben.

Selbst **Newton** hat aus seinem Axiom mehr hergeleitet, als wirklich daraus folgt. Er schließt (Princ. L. III. prop. 5. Coroll. 1.), die Gravitation der Weltkörper sey **gegenseitig**, z. B. es gravitire nicht allein der Mond gegen die Erde, sondern auch die Erde gegen den Mond, weil Wirkung und Gegenwirkung stets bey einander sey. Aber wer sieht nicht, daß die Gravitation, deren Ursache noch unbekannt ist, mit dem Zuge, Drucke und Stoße nicht so geradehin verwechselt werden dürfe. Sollte sie vom Stoße einer Materie herrühren, warum könnte denn diese Materie nicht den Mond gegen die Erde treiben, ohne zugleich diese gegen jenen zu führen? Es sind allerdings alle bekannten Attractionen gegenseitig; aber dies muß aus Erfahrungen erwiesen werden. Die Schwere des Monds gegen die Erde folgt aus der Art seiner Bewegung um letztere; die der Erde gegen den Mond aus der Ebbe und Fluth, und aus ihren in der Bewegung der Erde sichtbaren Wirkungen, keinesweges aber aus dem Grundsatze von der Gegenwirkung, welcher blos eine Folge der Trägheit der Körper, und nur da als Vorstellungsart anwendbar ist, wo Veränderung durch Wirken statt findet.

Kästners Anfangsgr. der höhern Mechanik, Göttingen, 1766. 8. §. 125. u. f.

Gegenwohner, Antoeci, *Antéciens*. Diesen Namen erhalten die Bewohner solcher Orte der Erdfläche, welche unter einerley Mittagskreise, und in gleichen, aber entgegengesetzten, Breiten wohnen. So sind Taf. VIII. Fig. 2. die in i Gegenwohner derer in f; beyde Orte liegen im Meridian pof is, und ihre Breiten oder Abstände vom Aequator af und ai sind gleich. Die Gegenwohner haben zu gleicher Zeit Mittag, also einerley Tagesstunden, aber entgegengesetzte Jahrszeiten. Leipzigs Gegenwohner sind

unterhalb der südlichen Spitze von Afrika in der Gegend des Cap Circoncision zu suchen.

Gehör, Auditus, *Ouie*. Der Sinn, durch welchen wir den Schall und Klang empfinden. Das Werkzeug desselben ist das **Ohr**. Ich würde ohne eine vorhergegangene Beschreibung dieses sehr zusammengesetzten Organs wenig Deutliches vom Gehöre selbst sagen können; die Betrachtung hat mich bewogen, die Beschreibung des Ohrs hauptsächlich nach **Karsten** (Anleitung zur gemeinnütz. Kenntniß der Natur, §. 94. u. f.) hier mitzutheilen, und bey dem Worte: **Ohr**, auf gegenwärtigen Artikel zu verweisen.

Das menschliche Ohr, womit auch das Ohr der Thiere bey einigen mehr, bey andern weniger Aehnlichkeit hat, liegt größtentheils im **Schläfeknochen** (os temporum), und man unterscheidet das **äußere** und **innere** Ohr, oder nach **Valsalva** (De aure humana. Bonon. 1704. 4.) die äußere, mittlere und innerste Höhle desselben.

Zur äußern Höhle gehört der knorplichte, dünne, elastische, mit Häuten überzogne Theil, den wir von außen an beyden Seiten des Hauptes sehen. Seine äußere Fläche AB Taf. X. Fig. 39 ist mit verschiedenen Hervorragungen und Höhlungen versehen, den Schall aufzufangen und in die **Muschel** (concha, *conque*) zu bringen, dann aber weiter in den **Gehörgang** (meatus auditorius, *conduit auditif*) zu leiten. Dieser fängt auf dem Boden der Muschel und unter dem knorplichten Theile (Tragus, *trage*) C an, seine Querschnitte sind elliptisch, die Fläche seiner Oefnung beträgt $5\frac{1}{17}$ Quadratlinien, und ist 50mal kleiner, als die äußere Fläche des Ohrs, daher hier der Schall 50mal stärker seyn kan, als wenn er ohne das äußere Ohr sogleich in den Gehörgang gekommen wäre. Die Gehörgangsröhre DE ist 9 Lin. lang, 4 Lin. hoch, und 3 Lin. breit, steigt bogenartig von D nach F, von da nach E wieder hinab, dann wieder hinauf, wo sie sich mit dem **Trommelfell** (membrana tympani, *membrane du tambour*) GH endiget. Ihr Umfang ist anfangs knorplicht, weiterhin

aber endigt sich der Gehörgang selbst im Schläfeknochen. Er ist mit seinen Häuten bedeckt, unter denen sich aus kleinen Drüsen das Ohrenschmalz absondert, das ihn befeuchtet, und so, wie die kleinen Haare im Eingange, beschützt; bey neugebohrnen Kindern ist er etwas enger, und am Trommelfelle mit einer weißen schleimichten Substanz erfüllt, welche das Wasser, worinn der Fötus schwimmt, abhält, ins Ohr zu dringen. Das Trommelfell schließt schief an, so daß es mit der Gehörgangsröhre oben einen stumpfen, unten einen spitzigen Winkel macht. Es ist von außen ein wenig hohl vertieft, von innen aber erhaben; seine Fläche ist mehr konisch als sphärisch, der Umfang elliptisch, und der mittlere Durchmesser $3\frac{7}{10}$ Linien.

Mit dem Trommelfelle fängt die mittlere Höhle des Ohrs, die **Trommelhöhle, Pauke** (Tympanum, Cavitas tympani, *Caisse du tambour*) an. Sie befindet sich im Innern des Schläfeknochens, hat eine irreguläre elliptische Figur, im mittlern Durchschnitt von 4 Linien. Hier hat eine kleine, aus vier der zartesten Knöchelchen zusammengesetzte, Maschine, Taf. X. Fig. 40, ihre Stelle. Diese Knöchelchen sind der **Hammer** (malleus, *marteau*) GIK, der **Ambos** (incus, *enclume*) GL, der **Stegreif** (stapes, *étrier*) LNM, und ein ungemein kleines linsenförmiges Beinchen (os orbiculare, *osselet orbiculaire ou lenticulaire*) bey L. Der Hammer und Ambos hängen bey G zusammen, sind aber, wie ein Winkelhebel, um diesen Punkt beweglich. Der Ambos und Stegreif aber sind vermittelst des linsenförmigen Beinchens so verbunden, daß jeder Theil einzeln um L beweglich ist. Der Hammer hängt an dem Trommelfelle an.

Aus der Trommelhöhle läuft die **Eustachische Röhre** (tuba Eustachiana, *trompe d' Eustache*) HY nach der innern Höhle des Mundes, wodurch sich die Trommelhöhle mit Luft füllt, welche der äußern an Federkraft gleich ist; daher man auch durch den Mund und die Nase hören kan. Außerdem läuft auch aus dieser Höhle noch ein Gang in die Zellen des zitzenförmigen Fortsatzes (Apophysis mastoidea).

Die innerste Höhle des Ohrs heißt das **Labyrinth** (labyrinthus, *labyrinthe*) PRQO, und ist Fig. 41. besonders so vorgestellt, daß man die untere Seite sieht. Sie liegt über der Trommelhöhle, jedoch zugleich etwas nach hinten, in der festesten Masse des Schläfeknochens, und hat eine eigne sehr zusammengesetzte Gestalt. Sie besteht aus dem **Vorhof** (vestibulum, *vestibule*) S, Fig. 39, drey halbkreisförmigen Röhren (canales ossei semicirculares, *canaux semicirculaires*) P, Q, R, und der **Schnecke** (cochlea, *limaçon*) O. Der Vorhof hängt durch eine kleine Oefnung unter dem Namen des **ovalen Fensters** (fenestra ovalis, *fenêtre ovale*) T, Fig. 41. mit der Trommelhöhle zusammen.

Der ganze Arm des Hammers IK, Fig. 40. ist mit dem Trommelfell zusammengewachsen, und die Spitze K der **Handhabe des Hammers** (manubrium mallei, *manche du marteau*) liegt an der Spitze des konischen Trommelfells. Bey G hängt der von Hammer und Ambos gebildete Winkelhebel durch zwey häutige Bänder an der obern Wand der Trommelhöhle. Des Stegreifs Schenkel machen mit dem Horizont einen Winkel von 45°, seine Grundfläche MN schließt genau an das ovale Fenster an, und hängt mit dessen Umfange durch ein dünnes Häutchen so zusammen, daß der Stegreif noch ein wenig beweglich bleibt, und weil der Zusammenhang bey M am festesten ist, sich mit der Seite N im Bogen um M drehen kan.

Die drey halbkreisförmigen Canäle sind von verschiedener Größe, und werden daher am besten durch die Namen des größern, kleinern und kleinsten unterschieden. Zwey von ihnen haben einen gemeinschaftlichen Schenkel PT, und alle zusammen endigen sich daher nur mit fünf Oefnungen am Vorhofe.

Die **Schnecke** ist ein spiralförmiger Canal im Schläfeknochen, der sich um eine kegelförmige Spindel windet, und um dieselbe von der Grundfläche an bis an die Spitze dritthalb Windungen macht. Die Höhle der Schnecke wird durch die dünne **Schnecken-Scheidewand** oder das **gewundene Blatt**, (sepimentum cochleae, lamina spi-

ralis, *lame spirale*), welche zum Theil knorplicht, zum Theil zart, wie ein durchsichtiges Häutchen ist, in zween Canäle, die **Scalen, Treppen,** (Scalae, *rampes du limaçon*) getheilt. Eine derselben, die **Vorhofsscale** (Scala vestibuli, *rampe externe*) endigt sich mit ihrer Oefnung im Vorhofe an der Seite des ovalen Fensters; die andere (Scala tympani, *rampe interne*) steht mit der Trommelhöhle in Verbindung, und endigt sich daselbst in ein rundes Loch, welches das **runde Fenster** heißt, und mit einem dünnen Häutchen geschlossen ist.

Der Gehörnerve ist theils hart, theils weich, und hat im Schläfeknochen seinen zwiefach abgetheilten Canal. Taf. X. Fig. 42. Die eine Abtheilung AB, der **gemeinschaftliche Nervencanal,** ist dem härtern und weichern Theile gemein, der andere DE, der **Fallopische Aquäduct,** ist dem härtern Theile eigen. Aus dem gemeinschaftlichen Canal tritt der härtere Gehörnerve bey F ab in den letztern Canal DE, welcher nach D zu mit der Höhle der Hirnschale in Verbindung ist, wo sich der Nerve ins Gehirn vertheilet, nach C zu aber einen Ast (chorda tympani) durch die Trommelhöhle sendet, bey E endlich aus den Schläfeknochen heraustritt, und Aeste über die ganze Helfte des Gesichts verbreitet. Der weichere Nerve hingegen tritt in zween Aesten bey B theils mit der Schnecke, theils mit dem Vorhof in Verbindung, und bildet im letztern und in den halbkreisförmigen Canälen zarte Häutchen, die schallenden Zonen, in der Schnecke aber den heutigen Theil der Spiralscheidewand.

So bewundernswürdig nun dieses Werkzeug von dem Schöpfer gebildet und aus den feinsten Theilen zusammengesetzt ist, so wenig sind wir im Stande, die eigentliche Bestimmung aller dieser Theile und die Absicht ihres so künstlichen Baus anzugeben. Den mehresten scheint das **Labyrinth** das eigentliche Werkzeug des Gehörs zu seyn, zu welchem Schall und Ton durch die übrigen Theile blos geleitet und fortgepflanzt werden. Der in der Luft erregte Schall nemlich geht durch die Muschel und den Gehörgang bis ans Trommelfell und setzt dasselbe in eine zitternde Be-

wegung. Dadurch wird die Luft in der Trommelhöhle und durch diese das Häutchen des runden Fensters ebenfalls erschüttert. Ist also die Höhle des Labyrinths gleichfalls mit Luft erfüllt, so wird auch dieser die Erschütterung mitgetheilt; sie wirkt alsdann auf den Gehörnerven, und hiemit ist die Empfindung des Schalls unmittelbar verbunden.

Man fühlt es sogleich, daß diese Erklärung viel zu einfach ist, um den Mechanismus eines so zusammengesetzten Werkzeugs mit einiger Vollständigkeit begreiflich zu machen. Um also der Sache etwas näher zu kommen, und zu erklären, wie die Verschiedenheit der Töne empfunden werden könne, nimmt man an, der zum Hammer gehörige Muskel spanne das Trommelfell jederzeit so stark, daß es mit dem entstandenen Tone harmonisch bebe; durch die Bewegung des Amboßes und Stegreifs werde auch vermittelst des an letzterm befindlichen Muskels das Häutchen am Ovalfenster gleich stark gespannt, und dadurch die Wirkung des Tons desto lebhafter ins Labyrinth übergebracht. Man stellt sich endlich die Fasern des häutigen Theils der Spiralscheidewand, welche von der Mitte gegen den Umfang laufen, und in den weiten Windungen länger, als in den engen sind, als gespannte Saiten von verschiedenen Längen vor, deren jede mit einem eignen Tone übereinstimmt, und nimmt an, daß durch jeden Klang die mit ihm harmonirenden Fasern erschüttert, und diese Schwingungen durch den Gehörnerven bis ins Gehirn fortgepflanzt werden. Diese Erklärung giebt **Musschenbroek** (Introd. in philos. nat. Vol. II. §. 2280. 2281.).

Der künstliche Bau der vier kleinen Gehörknöchelchen scheint aber doch eine wichtigere Bestimmung anzuzeigen, als die ihnen hiebey zugeschriebene Spannung des Häutchens am Ovalfenster ist. Vielleicht pflanzen sie selbst durch ihre Bewegung den Ton vom Trommelfell bis ins Labyrinth fort. Das zitternde Trommelfell erschüttert den Winkelhebel, den Hammer und Ambos bilden, und dadurch auch den Stegreif so, daß er sich um den einen Punkt seiner Grundfläche, wie um ein Charnier, schnell hin und wieder schwingt. Wäre nun das Labyrinth voll Luft, so

würde diese die Erschütterung den Nerven mittheilen und zum Gehirn bringen.

Aber eine große Schwierigkeit bey allen diesen Erklärungen ist, daß man keine Oefnung findet, durch welche Luft von gleicher Federkraft mit der äußern ins Labyrinth gelangen kan, indem beyde Fenster mit Häutchen verschlossen sind. Schon ältere Zergliederer haben Feuchtigkeiten im Labyrinthe wahrgenommen: **Cotunni** (Diss. de aquaeductibus auris humanae internae. Neap. 1760. 4.) und **Meckel** (Diss. de labyrinthi auris contentis. Argentor. 1777. 4.) haben endlich erwiesen, daß es ganz voll Wasser sey. Diese Entdeckung würde die ältern Naturforscher sehr in Verlegenheit gesetzt haben; jetzt wissen wir aber, daß auch das Wasser in einigem Grade elastisch sey, und den Schall fortpflanze; überdies sind auch zwey zarte Räumchen vorhanden, in welche das Wasser zum Theil ausweichen kan. Herr **D. Wünsch** (De auris humanae proprietatibus. Lips. 1777. 4.) glaubt, es werde die ganze sehr zarte und elastische Masse des Labyrinths erschüttert, welche Meynung auch wohl die wahrscheinlichste ist.

Wenn die Erschütterungen aus regelmäßigen und gleichzeitig auf einander folgenden Schlägen bestehen, so wird ein **Klang** oder **Ton**, wenn aber dieses Regelmäßige fehlt, wird ein blos unharmonischer **Schall** empfunden. Beyde können, wenn sie stark werden, den Gaumen und die Zähne erschüttern, und sogar Taubheit verursachen.

Daß man mehrere Töne zugleich höret, erklärt man leicht dadurch, weil jeder Ton nur die mit ihm harmonischen Fasern der Spiralscheidewand erschüttert, daher von verschiedenen Tönen auch verschiedene Nervenspitzen gerührt werden. Das Labyrinth, die Schnecke und die vier kleinen Gehörknöchelchen wachsen nicht, sondern sind bey Kindern eben so groß, als bey Erwachsenen. Sollte hiebey nicht die Absicht seyn, zu bewirken, daß gewisse bestimmte Töne immer eben dieselben Stellen dieser Theile und auf eben dieselbe Art erschüttern müssen. Denn, wenn z. B. die Nervenfasern der Spiralscheidewand an Länge zunähmen, so würden Kinder gewisse hohe Töne hören können, die sie als

erwachsene Personen nicht mehr zu unterscheiden vermögend seyn würden.

Karstens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle, 1783. 8. VII. Abschn. §. 94—100.

Gehörnerve, s. **Gehör**.

Geist, Spiritus, Spiritus, *Esprit*. Dieser Name wird den Flüßigkeiten beygelegt, die man durchs Destilliren aus den Körpern erhält, wenn sie aus flüchtigen, die Nerven reizenden, Theilen bestehen und sich in jedem Verhältnisse mit Wasser vermischen. Man hat drey Hauptarten von Spiritus: **brennbare, saure, alkalische**.

Zu den brennbaren gehören der **Spiritus Rector** oder der flüchtigste und feinste Theil der wesentlichen Pflanzenöle, und die eigentlichen **brennbaren Spiritus** aus Wein, Bier und anderen durch die Weinjährung gegangenen Substanzen, s. **Weingeist**. Man kan auch die Aetherarten hiezu rechnen, s. **Aether**.

Die zweyte Classe begreift alle durchs Destilliren erhaltene Säuren. Die aus dem Mineralreiche heißen **Schwefelgeist, Salpetergeist**, nach der Substanz, aus der man sie erhalten hat; bey den aus dem Pflanzen- und Thierreiche pflegt man das Beywort sauer hinzuzusetzen, weil diese Substanzen noch andere, nicht saure, Spiritus geben, z. B. **saurer Geist vom Pockholze, saurer Ameisengeist**.

In die dritte gehören die flüchtig-alkalischen Geister aus dem Salmiak, gefaulten Pflanzen und thierischen Stoffen, der **flüchtige Salmiakgeist, Hirschhornspiritus**, u. s. w.

Macquer chem. Wörterb. Art. Spiritus.

Gemälde, elektrisches, s. **Zaubergemälde**.

Geocentrisch, Geocentricum, *Géocentrique*. So wird dasjenige genannt, was sich auf den Mittelpunkt der Erde bezieht, oder wovon man sich vorstellt, als ob es aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet würde. Der Ort, den ein Planet, aus der Mitte der Erde gesehen, unter den Fixsternen einnehmen würde, heißt sein **geocentrischer**

Ort, und dessen Länge und Breite die **geocentrische**. An eben diesem Orte wird der Planet aus derjenigen Stelle der Erdfläche gesehen, welche ihn zu der Zeit im Scheitel hat. Vom geocentrischen Orte wird der wahre Ort, ingleichen der **heliocentrische** Ort unterschieden, s. **Heliocentrisch**.

Geogenie, Geogonie, Geogonia. Ein Name, den man der Lehre von der Entstehung und Bildung der Erdkugel beylegt. Diese Lehre gehört eigentlich zur physischen Geographie. Herr **Silberschlag** hat unter der Aufschrift: Geogonie, eine eigne Hypothese über diese Gegenstände vorgetragen, s. den Art. **Erdkugel**, unter dem Abschnitte: **Hypothesen über die Entstehung und Bildung der Erde.**

Geographie, Erdbeschreibung, Geographia, *Géographie*. Diesen Namen führt die Lehre von der Erde, deren Größe, Gestalt, Bewegungen, Beschaffenheit, Eintheilungen der Oberfläche u. s. w., welche Gegenstände eine Wissenschaft von großer Wichtigkeit und weitläuftigem Umfange ausmachen. Ihr griechischer Name wird durch den deutschen ganz eigentlich ausgedrückt.

Man theilt die Geographie in die **mathematische, physische** und **politische** ein. Die **mathematische** betrachtet, was bey der Erde einer Ausmessung fähig ist; die **physische** handelt von ihrer natürlichen Beschaffenheit, Bildung, Veränderungen, den Theilen ihrer Oberfläche, dem festen Lande, Gewässern, Bergen, Inseln rc. und wird bisweilen auch **allgemeine Physik** oder **Naturgeschichte der Erde** genannt; die **politische** endlich hat die bürgerlichen Abtheilungen der Oberfläche zum Gegenstande.

Man begreift die mathematische und physische Geographie, welche die natürliche Beschaffenheit der Erde betreffen, zusammen unter dem Namen der **allgemeinen Erdbeschreibung**. So hat **Varenius** zu Cambridge im Jahre 1672 eine Geographiam generalem, die noch immer geschätzt wird, herausgegeben. Blos diese allgemeine Erd-

beschreibung gehört zur Physik: einzelne Abschnitte von ihr führen auch besondere Namen, z. B. derjenige Theil der mathematischen, den der Seefahrende benützt, heißt die **Hydrographie** oder **Schifkunst**; was aus der physischen die Berge betrift, wird **Gebirgslehre** genannt, u. s. w.

Der erste Ursprung dieser Wissenschaft ist aus den Reisen der ältesten handlungtreibenden Völker, besonders aus den Seereisen der Phönicier herzuleiten. Als man den Bau des Schifs und die Kunst, es durch Ruder und Segel zu regieren, kennen gelernt hatte, schifte man aus Mangel einer Leitung nie bey Nacht, und wagte nicht, sich von den Küsten zu entfernen. Endlich fanden sich am gestirnten Himmel Merkmale der Weltgegenden, wozu die Phönicier den kleinen, die Griechen den großen Bär gebrauchten, den sie auch immer noch vorzogen, ob sie gleich **Thales** eines Bessern belehren wollte. Die Phönicier und Griechen lernten durch ihre Seereisen wenigstens den größten Theil der Küsten des mittelländischen Meeres und der anliegenden Länder kennen, aber die Berichte der Reisenden wurden aus Hang zum Wunderbaren, aus Eitelkeit und Eigennutz mit den abgeschmacktesten Fabeln vermischt, wovon sich in den geographischen Schriften der Alten auffallende Beyspiele finden.

Aus den Mondfinsternissen und dem Unterschiede der Mittagshöhen der Gestirne schloß man schon frühzeitig die runde Gestalt der Erde, und bekam Begriffe von ihren Verhältnissen zur Sonne und den übrigen Planeten, welche **Thales** und andere griechische Weltweisen in ihren Schulen verbreiteten. **Anaximander**, des Thales Schüler, hat, nach den Berichten des Strabo und Diogenes Laertius, die erste Zeichnung vom Umfange der Erde und des Meeres (d. i. von den Küsten der damals bekannten Länder) gemacht, und **Hekatäus** die erste Erdbeschreibung abgefaßt. **Pytheas** ward von Massilien, dem heutigen Marseille, einer damaligen republikanischen Colonie der Phocenser, ausgesandt, um neue Entdeckungen gegen Norden zu machen. Er kam bis **Thule** (Island), und berichtete, er habe am längsten Tage die Sonne nicht untergehen

gesehen, welches die Wahrheit seiner Erzählung bestätiget. Strabo führt aus seiner Schrift (γῆς περίοδος, Reise um die Welt) noch einiges an, worunter seltsame Dinge vorkommen, z. B. daß jenseits Thule die Erde mit einer aus Erde und Wasser gemischten Masse aufhöre. Durch die Carthaginienser, als eine der Handlung ganz ergebne Nation und Colonie der Phönicier, ward die Kenntniß fremder Länder ebenfalls erweitert. Einige geographische Schriften dieses Zeitalters hat **Hudson** (Geographiae veteris scriptores graeci minores, III. Vol. Oxon. 1698—1712. 8.) herausgegeben. Vornehmlich aber ward die mathematische Geographie im Museum zu Alexandrien erweitert. Hier unternahm **Eratosthenes** die erste Berechnung der Größe der Erde, und **Hipparch** lehrte die Bestimmung der Lage der Orte durch Länge und Breite, die Erfindung der Längen aus den Mondsfinsternissen, und die Methode, die Kugel auf einer Ebne zu entwerfen. Hier brachte endlich **Ptolemäus** im zweyten Jahrhunderte nach C. G. die geographischen Kenntnisse seiner Zeit in eine vollständige Sammlung (Γεωγραφικῆς ἐξηγησεως s. Geographicae enarrationis libri VII.), welcher **Agathodämon** Zeichnungen oder Landkarten beygefügt hat. Nach diesen hat sich die den Alten bekannte Welt (orbis antiquus) nicht über 124° in die Länge und 84° in die Breite erstreckt, selbst die Länder mitgerechnet, deren Daseyn nur vermuthet ward.

Was die physische Geographie betrift, so findet man in den Schriften des **Aristoteles** und **Plinius** eine Menge dahin gehöriger, aber großentheils unzuverläßiger und fabelhafter Nachrichten; auch haben die Schriftsteller der politischen Geographie, z. B. **Strabo** und **Mela**, sehr vieles hieher gehörige eingeschaltet.

Das mittlere Zeitalter zeichnet sich, außer einer von dem Kalifen Al-Mamon veranstalteten Erdmessung, hauptsächlich durch die Erfindung des Seecompasses aus, s. Compas. Seit diesem um den Anfang des 14ten Jahrhunderts fallenden Zeitpunkte machte die Schiffahrt, besonders unter den Portugiesen, durch den Prinzen **Heinrich den Seefahrer**, ansehnliche Fortschritte. Eine Art von Enthusi-

asmus, welche bis ins 16te Jahrhundert gedauert hat, trieb eine Menge Abentheurer auf die Entdeckung neuer Länder aus, wovon die Folgen höchst wichtig waren. Im Jahre 1486 entdeckte der Portugiese **Bartholomäus** Diaz die Umfahrt um die südliche Spitze von Afrika, und öfnete dadurch seiner Nation den Weg zum ostindischen Handel, der bisher in den Händen der Venetianer gewesen war.

Bald hierauf folgte im Jahre 1492 die Entdeckung der neuen **Welt**, oder des vierten Welttheils durch **Christoph** Colom oder **Columbus**, deren Geschichte **Robertson** (Geschichte von Amerika aus d. Engl. III. Th. Leipzig, 1777. 8.) so vortreflich erzählt hat. **Strüven** (Diss. de vero novi orbis inventore. Frf. 1714. 4.) hat zwar die Ehre dieser Entdeckung dem **Martin Behaim**, einem nürnbergischen Patricier, der sich in Portugall und auf der azorischen Insel Fayal aufhielt, viele Seereisen unternahm und künstliche Erdkugeln verfertigte, zuschreiben wollen. **Doppelmayr** (Nachricht von den nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, Nürnb. 1730. Fol.) bildet eine solche Erdkugel des Behaim ab, auf welcher wirklich an der Stelle, wo Amerika liegt, festes Land, aber zusammenhängend mit Asien angegeben ist. Er führt auch an, **Wagenseil** (Sacra parentalia Behaimiana) habe aus dem Behaimischen Familienarchiv Urkunden abdrucken lassen, denen zu Folge Behaim 1485 in Brasilien gelandet seyn, ja sogar die magellanische Meerenge entdeckt haben solle. Dazu kömmt, daß **Ferrara**, ein sehr glaubwürdiger spanischer Geschichtschreiber (Dec. I. L. I. c. 2.) den berühmten Kosmographen und Verfertiger künstlicher Erdkugeln, **Martinus de Bohemia**, als einen Freund des Columbus nennt. Da aber die erwähnten Urkunden dem Behaim allzuviel beyzulegen scheinen, und das übrige keinen Beweiß ausmacht (indem die Meynung, daß sich Asien bis gegen das atlantische Meer erstrecke, damals herrschend war), so kan dies dem **Colom** den so sehr verdienten Ruhm dieser Entdeckung nicht entziehen. Bald hierauf folgte auch im Jahre 1519 die erste Umschiffung der Erde durch **Ferdinand Magellan**, welche die Kugelgestalt derselben völlig außer Zweifel setzte.

Seit dieser Zeit nun hat auch die Geographie mit der Sternkunde zugleich immer weitere Fortschritte gemacht, und allmählich eine ganz andere Gestalt gewonnen. Im vorigen Jahrhunderte trug **Riccioli** (Geographia et Hydrographia reformata. Venet. 1665. fol.) alles, was man zu seinen Zeiten davon wußte, in ein vollständiges und in seiner Art fast einziges Werk zusammen. Die zu eben der Zeit in Frankreich und England gestifteten gelehrten Gesellschaften machten es zu einer von ihren Hauptabsichten, die Kenntniß der Erdkugel möglichst zu erweitern. Man veranstaltete nicht nur weite und kostbare Reisen, sondern kam auch nach und nach auf richtigere Methoden, die Größe der Erde zu bestimmen, die geographischen Längen und Breiten der Orte zu finden, und dadurch die Landcharten zu verbessern. **Huygens** und **Newton** muthmaßten die sphäroidische Gestalt der Erde, welches zu den vielen beym Worte: **Erdkugel** erzählten Abmessungen und Untersuchungen Gelegenheit gab, die uns in der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts eine völlige Ueberzeugung von der abgeplatteten Gestalt der Erde verschafft haben. In den neusten Zeiten sind die geographischen Entdeckungen auf der Erdfläche durch unzählbare Beobachtungen auf so manchen von den Engländern, Franzosen, Spaniern, Russen und Schweden veranstalteten See- und Landreisen vervielfältiget, die Lagen vieler Orte genauer bestimmt, und die Landkarten zu einer weit höhern Vollkommenheit gebracht worden. Dennoch ist die Arbeit bey weitem nicht vollendet; noch ein sehr großer Theil der Erdfläche ist völlig unbekannt, und selbst in vielen bekannten Ländern ist die Lage der Orte noch so unbestimmt, daß unsern Nachkommen ein sehr weites Feld zu Uebung ihres Fleißes offen bleibt.

Die mathematische Geographie ist neuerlich von **Mallet** (Allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**, Greifsw. 1774. 8.), vornehmlich aber von **Bode** (Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, mit einer Charte und Kupfern, Berlin, 1786. gr. 8.) sehr schön und gründlich vorgetragen worden: und die ersten Grundsätze, worauf die Erdbe-

schreibung zu bauen ist, hat **Maupertuis** (Elemens de Geographie. à Paris, 1742. 8.) in einer angenehmen Schreibart kurz zusammengefaßt. Anfängern ist auch **Walch** (Ausführliche mathematische Geographie. Göttingen, 1783. 8.) zu empfehlen.

Die physische Erdbeschreibung ist von **Lulofs** (Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel, aus dem Holländ. von **Kästner**. Göttingen und Leipzig 1755. gr. 4.) und **Bergmann** (Physikalische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1769. gr. 8. Zweyte Ausgabe in II B. 1780. gr. 8.) ausführlich abgehandelt worden. Das Nöthigste findet man auch von der mathematischen in den **Kästnerischen** und andern Lehrbüchern der angewandten Mathematik; von der physischen in den **Erxlebenschen** Anfangsgründen der Naturlehre; und von beyden zugleich in **Wiedeburgs** Einleitung in die physisch-mathematische Kosmologie (Gotha, 1776. gr. 8.).

Geologie, Geologia, *Géologie.* Dieser Name, der so viel, als Lehre von der Erde, bedeutet, ist von einigen Schriftstellern der physischen Erdbeschreibung, von andern der mathematischen und physischen zugleich, oder der sogenannten allgemeinen Geographie (s. **Geographie**) beygelegt worden. So nennt **de Lüc** seine und Herrn de Saussüre Untersuchungen über die Beschaffenheit der Erde **geologisch** (Ideen über die Meteorologie, B. I. S. 433.), und Herr **Sack** hat unter der Aufschrift: Geologie oder Betrachtung der Erde (Breslau, 1785. 8.) eine in die mathematische und physische Erdkunde einschlagende Schrift herausgegeben, worinn er behauptet, daß die Sonne uns viel näher sey, als man gewöhnlich angiebt, daß die Erde sich mit ihrem Luftkreise auf dem Umfange ihrer Bahn um die Sonne fortwälze u. dgl.

Gerinnung, Coagulatio, Coagulum, *Coagulation.* Diesen Namen gebrauchen die Chymisten, um diejenigen Operationen überhaupt anzuzeigen, durch welche sie

Körper aus dem flüßigen Zustande in den festen versetzen. So heißt z. B. die Krystallisation der Salze eine Gerinnung. Arten des Coagulirens sind: Das Gefrieren, Gestehen, Festwerden, Eindicken, Niederschlagen, Laaben, Buttern u. s. f.

Es wird aber der Name **Gerinnung** insgemein nur einigen Arten derselben beygelegt. Dahin gehören 1) das **freywillige** Gerinnen des Bluts, der Milch und einiger Pflanzensäfte an der Luft. Das Blut ist dieser Gerinnung ausgesetzt, sobald es irgendwo stagnirt, oder seinen natürlichen Umlauf im Körper nicht fortsetzt, 2) die Gerinnung des Eyweißes, der Milch, und anderer thierischer Säfte **durch die Wärme**. Nach Martin's Beobachtungen ist dazu eine Wärme von 156 Grad nach Fahrenheit erforderlich. 3) Die Gerinnung der Oele durch Säuren, der Milch durch Säuren, Laugensalz und Weingeist u. s. w.

Die Theorie der Gerinnungen liegt noch fast gänzlich im Dunkeln. Man kan zwar einige aus den sonst bekannten Lehren von der Wahlanziehung und den Niederschlägen mit ziemlicher Deutlichkeit erklären; bey den meisten aber bleiben doch Phänomene übrig, von denen sich schwerlich Rechenschaft geben läßt. Die Gerinnung der Oele durch die Säuren z. B. läßt sich daraus begreiflich machen, daß sich die Säuren gern mit den in den Oelen enthaltenen Stoffen verbinden, wodurch Neutral- oder Mittelsalze entstehen, die mit dem erdichten Grundstoff des Gemisches einen Körper von einiger Consistenz bilden. Bey der Gerinnung der Milch u. a. aber bleibt es immer wunderbar, wie einige Tropfen Säure u. dgl. der größten Quantität Milch fast in einem Augenblicke ihre Flüßigkeit entziehen können.

Die feste oder consistente Substanz, welche durch eine Gerinnung aus zwoen vermischten Flüßigkeiten entstanden ist, heißt eine **geronnene Substanz**, ein **Coagulum**.

Brisson dict. de phys. art. *Coagulation*.

Geruch, Odoratus, Olfactus, *Odorat*. Der Sinn, durch welchen wir die Gerüche, vermittelst der Aus-

flüsse der Körper, empfinden. Das Werkzeug desselben ist die **Schleimhaut** (membrana pituitaria, *membrane pituitaire)* im Innern der Nase, welche aus einem feinen Gewebe von Fibern des **Geruchsnerven** (nervus olfactorius, *nerf olfactif)* besteht. Die Nervenspitzen, welche sich an der Oberfläche dieser Haut, wie kleine Wärzchen, endigen, nehmen den Eindruck der riechenden Ausflüsse an, und pflanzen denselben bis zum Gehirn fort. Bey Thieren, welche einen feinen Geruch haben, ist die Schleimhaut sehr weit ausgebreitet, und mit häufigen sehr frey liegenden Nerven versehen.

Der Geruch ist dem Geschmack sehr ähnlich, und oft verlieren sich die Empfindungen beyder Sinne ganz in einander, wie beym Genuß geistiger und flüchtig-alkalischer Speisen, z. B. eines starken Bieres oder Senfs. Die Thiere pflegen die Beschaffenheit der Nahrungsmittel, die sie vor sich finden, vorher durch den Geruch zu untersuchen. Daher will **Le Cat** den Geruch für keinen besondern Sinn, sondern für eine Art des Geschmacks halten. Er nennt ihn: *le goût des odeurs et l' avant-goût des saveurs.* In der That ist auch die Schleimhaut eine Fortsetzung der innern Haut des Gaumens, welche das Werkzeug des Geschmacks ist. Von dem Gegenstande des Geruchs s. den folgenden Artikel: **Gerüche.**

Der Geruch kan durch Krankheiten oder zufällige Ursachen geschwächt werden. Ein häufiger Gebrauch allzustarker Gerüche macht die Nervenspitzen durch die lange Gewohnheit unempfindlich. Beym Schnupfen wird die Schleimhaut mit einem zähen und häufigen Schleime überzogen, der theils ihre ganze Substanz aufschwellet und sie zur Empfindung der Gerüche unfähig macht, theils auch die Luft abhält, die Ausflüsse der Körper an die Nerven zu bringen.

Nollet Leçons de physique. Paris, 1743. 12. T. I. Leç. 2. p. 164.

Gerüche, Odores, Corporum partes odoriferae, *Odeurs*. Diejenigen Ausflüsse der Körper, welche durch

ihre Wirkung auf die Nerven der Schleimart in uns die Empfindung des Geruchs erregen. Ohne Zweifel bestehen die Gerüche aus feinen, salzigen und flüchtigen Theilen, welche durch Wärme, Gährung u. s. w. von den Körpern getrennt werden, und noch andere Theile mit sich fortreissen, s. Ausflüsse. Die Wirkung des Feuers, die Gährung 2c. verbreiten fast allezeit Gerüche auch aus Körpern, die sonst ohne Geruch sind, weil sie die Ausdünstung vermehren; bey der wirklichen Zersetzung der Körper werden diese Gerüche nicht nur heftiger und durchdringender, sondern es ändert sich auch ihre Art und Beschaffenheit, weil dabey weit mehr und feinere Theile entbunden werden, die sich in der Luft auf eine andere Art unter einander vereinigen.

Man hat für die Arten der Gerüche keine so bestimmten Namen, wie für die Gegenstände des Geschmacks und der übrigen Sinne, und begnügt sich damit, die unbekanntern durch Vergleichung mit bekanntern, z. B. der Rosen, Veilchen, des Moschus, des Schwefels, der versengten Federn u. s. w. zu bezeichnen. Dies zeigt, daß die Menschen diesen Sinn weniger, als die übrigen, benutzen.

Von der Feinheit der Ausflüsse, die den Geruch verbreiten, ist schon bey dem Worte: Ausflüsse, geredet worden. Die von den Körpern getrennten Theilchen schweben in der Luft; diese ist das Vehikel, durch welches sie, vermittelst des Athemholens, eingesogen und an das Werkzeug des Geruchs gebracht werden.

Nollet Leçons de phys. T. I. Leç. 2.

Geschmack, Gustus, Gustatus, *Goût*. Der Sinn, durch welchen wir das Schmeckende oder Schmackhafte der Körper, (Sapor, *Saveur*), durch die Berührung mit der Zunge oder dem Gaumen empfinden. Dieser Sinn ist der thierischen Oekonomie vorzüglich nothwendig, da ihre Erhaltung vom Genusse der Nahrung abhängt, welchen der Geschmack angenehm macht, und zugleich die Thiere in Stand setzt, die dienlichen Nahrungsmittel zu unterscheiden.

Das Werkzeug des Geschmacks ist die innere Haut, die die Zunge und den Gaumen umkleidet. Nach **Le Cat** (Traité des sens. à Paris, 1767. 8.) erstreckt sich dieselbe unterwärts bis in den Schlund und Magen, oberwärts bis in die Nase, unter dem Namen der Schleimhaut, s. **Geruch**, und empfindet desto lebhafter, je näher sie dem Gehirne kömmt. Diese Haut ist mit häufigen Nerven versehen, welche sich, besonders an der Oberfläche der Zunge, in viele Wärzchen, die **Geschmackkörner**, endigen. Zwischen denselben öfnen sich feine Gefäße, die einen Saft absondern, welcher die Zunge anfeuchtet, die Geschmackkörner erweichet, und die schmackhaften Stoffe auflöset, welche auf diese Art die Geschmackkörner sehr genau berühren, und einen Eindruck machen, den die Nerven bis zum Gehirn fortpflanzen.

Der Gegenstand des Geschmacks oder das Schmackhafte in den Körpern machen eigentlich die **Salze** aus, obgleich die Arten des Geschmacks unendlich mannigfaltiger sind, als die uns bekannte Anzahl und Verschiedenheit der Salze. Es kan aber die Empfindung, die ein jedes Salz auf der Zunge erregt, durch Beymischungen anderer Salze, auch an sich unschmackhafter Stoffe, in verschiedener Anzahl und Dosis, mannigfaltig abgeändert werden, so wie aus wenigen einfachen Farben unzähliche zusammengesetzte entstehen. Die reinen Salze wirken auf die Zunge sehr heftig, und jede Substanz hat einen desto lebhaftern Geschmack, je mehr sie salzige Bestandtheile enthält.

Durch den allzuhäufigen Gebrauch lebhaftschmeckender Speisen und Getränke, wird das Organ des Geschmacks abgestumpft. Daher schmeckt denen der Wein nicht, die an den Branntwein gewöhnt sind; die Wassertrinker hingegen haben den feinsten Geschmack.

Nollet Leçons de Phys. à Paris. 1743. 12. T. I. p. 157. sq.

Geschwindigkeit, Celeritas, Velocitas, *Vitesse*. Dieses Wort drückt einen relativen Begrif aus, der von der Vergleichung des Raumes und der Zeit bey den Bewegungen der Körper abhängt, s. **Bewegung** (Th. I. S. 327.

Num 6.). Jede Bewegung erfordert eine gewisse Zeit, und führt in derselben den Körper durch einen gewissen Raum. Ist nun dieser Raum in kurzer Zeit groß, so schreibt man dem bewegten Körper eine große **Geschwindigkeit** zu; eine geringe hingegen, wenn der durchlaufene Raum in längerer Zeit klein ist. Durchläuft ein Körper einen doppelt, dreyfach rc. so großen Raum, als ein anderer in eben der Zeit, so sagt man, seine Geschwindigkeit sey doppelt, dreymal rc. so groß, als die des andern. So ist Geschwindigkeit nichts anders, als Verhältniß zwischen Zeit und Raum der Bewegung, und man kan nicht sagen, wie groß eine Geschwindigkeit an sich, sondern nur, wie vielmal sie größer oder kleiner, als eine andere, sey.

Durchläuft ein Körper in gleichen Zeiten immer gleiche Räume, so nennt man sowohl seine Bewegung, als seine Geschwindigkeit **gleichförmig**, so wie im entgegengesetzten Falle **ungleichförmig**. Der Geschwindigkeit aber kommen eigentlich diese Benennungen nicht zu. Jede Geschwindigkeit ist gleichförmig; und wenn sich die Bewegung verändert, so hat der Körper nicht eine **ungleichförmige**, sondern in jeder Stelle des Weges eine **andere** Geschwindigkeit. Was man also bisweilen ungleichförmige Geschwindigkeit nennt, ist nicht mehr eine einzige, sondern eine Folge oder Reihe verschiedener Geschwindigkeiten.

Wenn man dies mit dem Beweise vergleicht, der sich bey dem Worte: **Bewegung, gleichförmige**, (Th. I. S. 332 und 333. Num. II.) findet, so fließt daraus, daß sich überhaupt **Geschwindigkeiten, wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten verhalten**, und daß man jede Geschwindigkeit c (wenn der Raum = s und die Zeit = t heißt) durch $\frac{s}{t}$ ausdrücken könne, wofern man nur den Raum in einem bekannten Maaße, die Zeit aber in Secunden bestimmt, und diejenige Geschwindigkeit = 1 setzt, mit welcher der Raum 1 in einer Secunde Zeit durchlaufen wird. Nimmt man zum Maaße des Raumes

ein Tausendtheilchen des rheinländischen Schuhes an, so hat ein Körper, der 20 solche Tausendtheilchen in 5 Sec. zurücklegt, die Geschwindigkeit $\frac{20}{5} = 4$.

Bey veränderten Bewegungen sind die Geschwindigkeiten an jeder Stelle des Weges verschieden. Wenn sie wachsen, wird die Bewegung **beschleunigt**, wenn sie abnehmen, **retardirt** oder **vermindert**. Man sagt bisweilen auch, die Geschwindigkeit werde beschleunigt und retardirt; aber eigentlich können diese Ausdrücke nur von der Bewegung gelten. Nimmt die Geschwindigkeit in gleichen Zeiten immer um gleichviel zu oder ab, so heißt die Bewegung **gleichförmig-beschleunigt** oder **gleichförmig-vermindert**; sonst **ungleichförmig-beschleunigt**, **ungleichförmig-vermindert**, s. **Beschleunigung**, **Retardation**.

Bey der gleichförmig-beschleunigten Bewegung, und also auch beym freyen Falle der Körper, (s. **Fall der Körper**) **verhält sich die Geschwindigkeit** v an jeder Stelle, **wie die Zeit** t vom Anfange der Bewegung gerechnet, und die **Quadratzahl der Geschwindigkeit**, v^2, **wie der zurückgelegte Raum**. Ist durch eine solche Bewegung in 1 Sec. Zeit der Raum g zurückgelegt worden, so ist

$$v = 2gt \text{ und } v^2 = 4g^2t^2 = 4gs.$$

Auch ist sie an jeder Stelle so groß, daß sie den Körper in der Zeit t doppelt so weit würde geführt haben, als er wirklich gegangen ist. Dies alles ist beym Worte: **Bewegung, gleichförmig-beschleunigte** (Th. I. S. 336 u. 337.) erwiesen.

Bey gleichförmig-verminderter Bewegung, wo die anfängliche Geschwindigkeit $= c$ ist, wird sie nach Verlauf der Zeit t, bis zur Größe $c - 2gt$ abnehmen, und ihre **Verminderungen verhalten sich, wie die Zeit**.

Bey ungleichförmig-beschleunigten oder verminderten Bewegungen kömmt es auf das Gesetz an, nach welchem sich die beschleunigende oder retardirende Kraft ändert, da-

her im Allgemeinen hierüber nichts bestimmt werden kan. Ein Beyspiel der Berechnung der Geschwindigkeit für einen einzelnen Fall dieser Art findet sich bey dem Worte: **Bewegung, ungleichförmig-beschleunigte** (Th. I. S. 345.). Bey den Centralbewegungen **verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt, wie die Perpendikel** aus dem Mittelpunkte der Kräfte **auf die Tangenten** der Curve an den zugehörigen Stellen des Weges, s. **Centralbewegung** (Th. I. S. 470—472.).

So, wie man die Bewegungen in **absolute** und **relative**, ingleichen in **wirkliche** und **scheinbare** eintheilt, so kan man auch ihre Geschwindigkeiten auf eben diese Art abtheilen und benennen, s. **Bewegung.** Vorzüglich ist der Begriff von **relativer Geschwindigkeit** in der Anwendung von großem Nutzen.

A B C

Geht nemlich ein Körper in einer Secunde von A nach C, indem ein anderer von A nach B geht, so sind AC und AB ihre absoluten Geschwindigkeiten. Da aber die relative Bewegung des ersten gegen den zweyten (s. **Bewegung, relative**) nur durch BC = AC — AB gegangen ist, so kan man den zweyten als ruhend annehmen, und dem ersten die **relative Geschwindigkeit** BC beylegen, welche dem Unterschiede der beyden absoluten AC und AB gleich ist. So hat man statt zwoer nur eine Geschwindigkeit zu betrachten, welches die Rechnungen und Constructionen sehr erleichtert, und überall gebraucht werden kan, wo blos der Stand zweener Körper gegen einander selbst, nicht gegen einen dritten, zu betrachten ist.

Die **scheinbaren** Bewegungen, s. **Bewegung, scheinbare**, z. B. durch ST (Taf. IV. Fig. 57.), werden von dem Auge O, so lang sich nicht Urtheile aus Nebenumständen einmischen, blos nach der Größe des Winkels SOT empfunden. Bey Bestimmung einer **scheinbaren Geschwindigkeit** hat man also diesen Winkel, oder den ihn messenden Bogen SV in Graden ausgedrückt, als den Raum anzusehen, der, nach Annehmung schicklicher Ein-

heiten, durch die Zeit dividirt, die scheinbare Geschwindigkeit geben wird. Dies ist der Fall bey den Bewegungen der Himmelskörper, wo z. B. die tägliche Bewegung im Aequator in einer Secunde Zeit 15'' im Bogen beträgt, und also die scheinbare Geschwindigkeit, wenn man die Secunde des Bogens zur Einheit nehmen wollte, = 15 seyn würde.

Bisweilen sieht man bey der Bewegung eines Körpers um einen andern S, Taf. IX. Fig. 34, auf die Größe der Winkel ASB, BSC, CSD u. s. w., welche die aus dem ruhenden Körper S nach dem bewegten A gezogne Linie in successiven Zeiträumen beschreibt. Eine so betrachtete Bewegung heißt **Winkelbewegung**, (motus angularis, *mouvement angulaire*), und da hiebey der zurückgelegte Winkel als der Raum angesehen wird, so giebt er durch die Zeit dividirt die sogenannte **Winkelgeschwindigkeit** (celeritas s. velocitas angularis, *vitesse angulaire*), welche entweder immer gleich bleiben, oder nach gewissen Gesetzen zu- und abnehmen kan, daher sich die Winkelbewegungen eben so, wie die in Linien, in gleichförmige und ungleichförmige u. s. w. eintheilen lassen.

Einer jeden Geschwindigkeit c bey der Bewegung in Linien kömmt eine gewisse Höhe h zu, durch welche die schweren Körper auf der Erdfläche fallen müssen, wenn sie durch den Fall diese Geschwindigkeit erhalten sollen. Sie wird durch die Formel

$$h = \frac{c^2}{4g}$$

gefunden, s. **Fall der Körper.**

Gesetze der Natur, s. **Naturgesetze.**

Gesetze der Bewegung, s. **Bewegung.**

Gesetze der Brechung, s. **Brechung des Lichts**

Gesetze der Centralbewegung, s. **Centralbewegung.**

Gesetze des Drucks flüßiger Massen, s. **Druck.**

Gesetze der Elektricität, s. **Elektricität.**

Gesetze der Erhaltung lebendiger Kräfte, s. Kraft, lebendige.

Gesetze, galiläische, des Falls der Körper, s. Fall der Körper.

Gesetze der Federkraft fester Körper, s. Elasticität.

Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte, s. Gleichgewicht.

Gesetz des Gleichgewichts am Hebel, s. Hebel.

— — — flüßiger Materien, s. Röhren, communicirende.

Gesetz des Gleichgewichts flüßiger Körper mit festen, s. Gleichgewicht, Schwimmen.

Gesetze, keplerische, der Bewegungen himmlischer Körper, s. Keplerische Regeln.

Gesetze des Magnets, s. Magnet.

Gesetz, mariottisches, der Zusammendrückung der Luft, s. Luft.

Gesetz, newtonisches, der Gravitation, s. Gravitation.

Gesetze der Pendel, s. Pendel.

Gesetze des Stoßes, s. Stoß.

Gesetz der Stetigkeit, s. Stetigkeit.

Gesetz der kleinsten Wirkung, s. Wirkung.

Gesetz der Trägheit, s. Trägheit.

Gesetz der Zurückwerfung, s. Zurückwerfung.

Gesicht, Visus, Visio, *Vue.* Der Sinn, durch welchen wir die sichtbaren Gegenstände vermittelst des Lichts wahrnehmen. Da wir durch diesen Sinn, den edelsten unter allen übrigen, die meisten Begriffe erhalten, und vornehmlich die wichtigsten Erfahrungen über physikalische Gegenstände anstellen, so war es nöthig, von ihm etwas umständlicher, als von den andern, zu handeln. Ich habe daher dem Werkzeuge desselben, und der Wirkung des Lichts auf dasselbe den besondern Artikel: **Auge** gewidmet, und eben so werde ich von den Empfindungen, die das Licht durchs Auge in uns erregt, und von unsern Urtheilen über

diese Empfindungen unter dem Artikel: **Sehen** reden. Die Lehre vom Sinne des Gesichts ist also größtentheils unter diese beyden Abschnitte vertheilt, und wenn man hiezu noch dasjenige nimmt, was bey den Worten: **Entfernung, scheinbare; Größe, scheinbare; Bild; Gesichtsbetrüge; Gesichtsfehler** beygebracht ist, so wird man von den wichtigsten und nöthigsten Theilen dieser sehr weitläuftigen Lehre soviel antreffen, als hier mitzutheilen möglich war.

Gesichtsaxe, s. Axe.

Gesichtsbetrüge, optische Täuschungen, Fallaciae opticae, Fallaciae visus, *Illusions optiques.* Die falschen Urtheile, welche wir über die Beschaffenheit und den Zustand der gesehenen Gegenstände fällen, heißen **Gesichtsbetrüge,** wenn wir aus denen im Auge erregten Empfindungen, in ungewöhnlichen Fällen, dennoch nach den gewohnten Regeln schließen. Wir vergleichen von Jugend auf das Gesicht mit dem Gefühl, und erlangen dadurch eine Fertigkeit, den Ort, die Größe, Entfernung rc. der gesehenen Gegenstände zu beurtheilen. Die Anwendung dieser Fertigkeit trügt in den gewöhnlichen Fällen fast niemals; wir wenden sie aber mit einer ungemeinen Schnelligkeit auf **alle** Fälle, also oft auch auf solche an, bey welchen große Ausnahmen von den gewöhnlichen Regeln vorkommen. Hier urtheilen wir nothwendig falsch: weil wir uns aber dieses Urtheilens nicht deutlich bewußt sind, und es mit dem **Sehen** selbst verwechseln, so glauben wir bey Entdeckung des Irrthums, falsch **gesehen** zu haben, und von unserm Auge getäuscht zu seyn. Daher hat man diesen Irrungen den Namen der Gesichtsbetrüge beygelegt, und über die Betrüglichkeit der Sinne gestritten, obgleich die Darstellung allezeit richtig, d. h. den Gesetzen des Lichts und der Einrichtung des Auges angemessen, ist, so daß der Fehler blos in dem Urtheile liegt, das wir über die Darstellung fällen.

Die meisten Gesichtsbetrüge fallen bey der Betrachtung des Himmels und der Gestirne vor. Hierbey haben

uns alle Mittel, das Gesehene mit dem Gefühl zu vergleichen, gänzlich gefehlt; wir haben uns daher für diese ganze Classe von Gegenständen keine besondern Regeln bilden können, und es ist natürlich, daß wir bey jedem Urtheile irren, das wir darüber nach dem Augenmaaße, d. i. nach den gewöhnlichen für nahe irdische Gegenstände geltenden Regeln fällen. So glauben wir die Fixsterne nahe bey einander zu sehen, weil uns die Darstellung im Auge nichts angiebt, woraus wir auf einen beträchtlichen Abstand derselben von einander schließen könnten; wir glauben, Bewegungen der Gestirne wahrzunehmen, weil sich ihre Lage gegen das Auge ändert, das wir für ruhend halten, in welchem Falle wir bey irdischen Gegenständen auf ihre Bewegung zu schließen gewohnt sind; wir sehen Sonne und Mond für platte Scheiben an, weil wir durch keinen Umstand veranlaßt werden, zu bemerken, daß ihre Mitte hervorstehe, und dem Auge näher, als die Ränder sey — welches bey nahen Dingen ein untrügliches Zeichen einer platten Oberfläche ist; wir halten endlich das Gewölbe des Himmels für eingedrückt, und das, was am Horizonte erscheint, für größer, als das, was gegen den Scheitelpunkt steht, weil wir uns hiebey nach Regeln richten, die nur aus den gewöhnlichen Fällen auf der Erde gezogen, und nur für diese richtig sind, s. **Himmel; Größe, scheinbare; Entfernung, scheinbare.** Ueberhaupt sind am Himmel die Gesichtsbetrüge unzählbar, daher denn auch die sphärische Sternkunde von der theorischen gänzlich abgesondert werden muß.

Aber auch bey Betrachtung irdischer Gegenstände kommen die von den gewöhnlichen Regeln abweichenden Fälle häufig genug vor. Es würde unmöglich seyn, alle anzuführen; ich will daher nur einiger der merkwürdigsten gedenken.

Es ist eine sehr bekannte Erfahrung, daß wir aus den Zeiten der frühen Jugend eine Erinnerung an die Größe der Zimmer, Säle und Plätze unserer Wohnungen übrigbehalten. Kehren wir aber nach einer langen Abwesenheit an den Ort unsrer Erziehung zurück, so überrascht uns die

unerwartete Kleinheit derselben, welche mit jener Vorstellung von ihrer Größe gar nicht mehr übereinstimmt. Dennoch hat sich hiebey seit jenen Zeiten nichts weiter geändert, als unsere Fertigkeit und Art, von der Größe der Gegenstände zu urtheilen.

So scheinen uns auch Dinge, die wir von unten in der Höhe, oder von einem hohen Gebäude herab in der Tiefe sehen, ungewöhnlich klein. Dies ist nemlich eine für uns ungewöhnliche Art des Sehens, und wir schätzen sie nach den Regeln, an die wir uns beym Sehen in horizontaler Richtung gewöhnt haben. Nach diesen Regeln halten wir die hoch oder tief stehenden Dinge für näher, als sie wirklich sind, und legen ihnen darum eine geringere Größe bey, s. **Größe, scheinbare.** D. **Jurin** (s. **Priestley** Gesch. der Optik, durch **Klügel**, S. 297.) erklärt dies sehr deutlich. „Man lasse," sagt er, „einen Knaben, der nie „auf einem hohen Gebäude gewesen, die Spitze des Mo„numents in London besteigen, so werden ihm Menschen „und Pferde auf der Gasse so klein vorkommen, daß er sich „höchlich wundern wird. Aber nach 10 oder 20 Jahren, „wenn er mehrmal von so großen Höhen herunter zu sehen „sich gewöhnt hat, werden ihm dieselben Gegenstände nicht „mehr so klein aussehen. Und wenn er sie von solchen Hö„hen herab so oft sähe, als er sie mit sich auf derselben Eb„ne auf den Gassen siehet, so würden sie ihm von der Spi„tze des Monuments herab nicht kleiner vorkommen, als „wenn er sie aus einem Fenster im ersten Stocke betrach„tete."

Ueberhaupt halten wir nach **Bouguers** Bemerkung (Mém. de Paris. 1755. p. 156. sqq.) sehr große Entfernungen immer für kleiner, als sie sind, weil uns in der Ferne die Data, die auf das Urtheil von größerm Abstande leiten, immer mehr fehlen. Daher kömmt es, daß eine lange Allee sich zusammenzuziehen, und ein weiter horizontaler Grund, z. B. die Fläche des Meeres, sich zu erheben scheint, weil wir die fernern Theile für näher halten, und uns also das Zusammenlaufen oder die Erhebung stärker vorkömmt, als sie bey der geglaubten Nähe nach den gewöhnlichen Re-

geln (oder nach der Perspectiv) seyn sollte. Aus eben dem Grunde scheinen sich die obern Theile eines senkrechten Gebäudes dem nahe stehenden Beobachter vorwärts zu neigen. Darum scheinen auch steile Flächen, von unten hinauf betrachtet, noch steiler, als sie wirklich sind, da man hingegen von oben herab einen weniger jähen Abhang zu sehen glaubt.

Wenn man ein Geldstück, Petschaft u. dgl. durch Gläser betrachtet, so glaubt man sehr oft das erhabne Gepräge vertieft, oder die vertieften Figuren des Petschafts erhaben zu sehen. **Joblot** (Description de plusieurs nouveaux microscopes, 1712.) führt dieses schon an, und bemerkt, daß bey fortgesetzter Beobachtung die Erscheinungen des Erhabnen und Vertieften immer abwechseln. **P. F. Gmelin** (Philos. Trans. 1747.) hat hievon ebenfalls Nachricht gegeben. Diese Erscheinung kömmt daher, daß man das einfallende Licht von der unrechten Seite her annimmt. Denn unser Urtheil vom Erhabnen und Vertieften richtet sich nach der Wahrnehmung des Lichts und Schattens; der Schatten auf der Lichtseite deutet Vertiefung, der auf der Schattenseite Erhöhung an. Soll also der Versuch gelingen, so muß man nicht zugleich sehen, wo das Licht wirklich herkömmt, d. h. man muß den Gegenstand nicht mit freyem Auge, sondern durch ein Mikroskop, oder durch die Röhre mit drey Ocularen aus einem Erdrohre u. dgl. betrachten. Man hat es nicht ganz in seiner Gewalt, das Licht auf der Seite, wo man es eben haben will, anzunehmen; wenn man aber den Blick erst auf den Rand richtet, und nur allmählig nach der Mitte führt, so kan man allezeit bewirken, daß der Gegenstand wirklich so, wie er ist, erscheint; vielleicht darum, weil alsdann das Daseyn oder der Mangel der Schlagschatten deutlicher bemerkt, und aus jenem Erhabenheit, aus diesem Vertiefung richtig geschlossen wird.

Wenn man eine zum Theil mit Wasser gefüllte Flasche vor einem Hohlspiegel so hält, daß sich von ihr ein verkehrtes Bild zeigt, so scheint im Bilde der volle Theil leer, und der leere voll. **Abat** (Amusemens philosoph. p. 242. f.)

erklärt dies daraus, daß wir nicht gewohnt sind, Wasser in einem Gefäße oben, und Luft unten zu sehen, daher unser Theil so ausfällt, als ob das Wasser unten wäre, wo sich im Spiegel der leere Theil abbildet. Kehrt man die Flasche um und läßt sie auslaufen, so scheint das Bild sich zu füllen; sobald sie aber leer ist, sieht man auch ihr Bild leer.

Wie unrichtig man oft über die Bewegung der Körper aus ihrer scheinbaren Bewegung urtheile, bewegte Körper für ruhend, ruhende für bewegt, vorwärts gehende für zurückgehend u. dgl. halte, wird in allen Lehrbüchern der Optik durch viele Beyspiele gezeigt. **Porterfield** (On the eye, Vol. II. p. 122.) hat diese Lehre von der scheinbaren Bewegung sehr schön in eilf Sätze gebracht, die man im **Priestley** (Geschichte der Optik, durch **Klügel**, S. 501. f.) findet. Wenn sich z. B. das Auge gerade fort beweget, und man sich der Bewegung bewußt ist, so werden entfernte Körper sich nach eben derselben Richtung mit zu bewegen scheinen, weil ihr Bild, der Bewegung des Auges ungeachtet, immer auf eben derselben Stelle der Netzhaut bleibt, oder weil wir sie immer nach eben derselben Gegend zu sehen, wie einen Gefährten, der uns zur Seite geht. So scheint der Mond an unserer Seite über Häuser und Bäume mit uns fortzugehen. Bewegt sich das Auge geschwind, und ist man sich der Bewegung nicht bewußt, so scheinen einem die ruhenden Körper an den Seiten entgegenzukommen, wie auf einem Schiffe die Ufer u. s. w. Bisweilen kan eine Bewegung von ferne betrachtet, nach der entgegengesetzten Richtung zu gehen scheinen, z. B. wenn man den vordern Flügel einer Windmühle für den hintern, die nähere Seite eines Kronleuchters, der sich drehet, für die entferntere nimmt.

Die Bilder heller Gegenstände breiten sich auf der Netzhaut aus. Darum sieht an einer halb weißen, halb schwarzen Scheibe der weiße Theil von weitem größer, als der schwarze aus; und am drey- oder viertägigen Monde scheint die helle Sichel einem größern Kreise zuzugehören, als der von der Erde erleuchtete dunklere Theil. Hiebey kömmt

auch viel darauf an, ob das Sehen recht deutlich ist; in diesem Falle wird nach **Jurin** der Betrug verschwinden, weil alsdann die Stralen, die aus einem Punkte kommen, mehr auf einen einzigen Punkt der Netzhaut concentrirt werden, und sich also nicht mehr so stark, als sonst, verbreiten. Daher fällt die Erscheinung weg, wenn man den Gegenstand durchs Fernrohr sieht. Eben dies ist die Ursache, warum helle Sterne dem bloßen Auge mit einiger Größe, durchs Fernrohr aber weit kleiner oder gar nur als Punkte erscheinen. Dieser Umstand hat die alten Astronomen verleitet, die scheinbaren Durchmesser der Planeten weit größer als sie sind, zu schätzen.

Auch dauren die Eindrücke heller Gegenstände auf die Netzhaut noch eine kleine Zeit fort, wenn schon das Bild seine Stelle verlassen hat. Daher bildet eine im Kreise geschwungne Kohle einen völligen Feuercirkel. **Von Segner** (De raritate luminis. Gotting. 1740.) und **d'Arcy** (Mém. de Paris, 1765. p. 450.) haben Versuche hierüber angestellt. Der Erste schloß aus der Geschwindigkeit, mit welcher die Kohle geschwungen werden mußte, wenn der Kreis ununterbrochen scheinen sollte, daß die Eindrücke des Lichts etwa eine halbe Secunde dauren; d'Arcy setzt diese Zeit auf $2\frac{2}{3}$ Secunden. Aus eben dem Grunde sehen wir die Funken, den Blitz u. dgl. stralenförmig, und die glänzenden Meteore scheinen einen hellen Schweif nach sich zu ziehen.

Wenn man in ein Kartenblatt zwey oder mehrere Löcher sticht, die nicht weiter von einander sind, als die Oefnung des Augensterns breit ist, das Blatt nahe vors Auge hält, und dadurch einen hellen Gegenstand, z. B. eine Lichtflamme, in einiger Entfernung betrachtet, so sieht man gemeiniglich soviel Lichtflammen, als Löcher sind; man kan aber dem Auge auch eine solche Einrichtung geben, daß es nur eine einzige sieht. Damit verhält es sich so. Steht das Licht gerade in der Entfernung, auf die das Auge ohne alle Anstrengung deutlich sieht, so vereinigen sich die zusammengehörigen Stralen auf einen Punkt der Netzhaut, und das Licht erscheint einfach, nur dunkler, weil die Theile

des Kartenblatts einige Stralen auffangen. Rückt man aber das Licht näher, so werden die von einem Punkte kommenden Stralen, welche durch die verschiedenen Löcher gehen, erst hinter der Netzhaut vereiniget: auf ihr selbst fallen sie auf verschiedene Punkte, und es entstehen also soviel Bilder, als Löcher sind. Eben dies erfolgt, wenn man das Licht zu weit entfernt, wobey sich die zusammengehörenden Stralen schon vor der Netzhaut vereinigen, durchkreuzen, und wieder auf verschiedene Punkte, nur in umgekehrter Ordnung, fallen. Verdeckt man ein Loch, z. B. das äußerste zur Rechten, so wird, wenn das Licht zu nahe steht, das äußerste Bild zur Linken verschwinden; ist aber das Licht zu weit entfernt, so verschwindet das letzte Bild zur Rechten. Giebt man aber durch Anstrengung dem Auge die Einrichtung, bey der es das Licht an seinem jedesmaligen Orte deutlich sehen würde, so ziehen sich die mehreren Bilder in ein einziges zusammen. **Scheiner** hatte dieses schon bemerkt; **de la Motte** in Danzig (Versuche und Abhandl. der Gesellsch. in Danzig, B. II. S. 290.) und **Musschenbroek** (Introd. in philos. nat. Vol. II. §. 1905.) haben umständliche Erklärungen davon gegeben, und dieselben durch sehr deutliche Abbildungen erläutert.

Einen besondern Gesichtsbetrug führt **Le Cat** (Traité des sens, p. 298.) an, welchen auch schon der Jesuit **Fabri** (Synopsis Optica, Lugd. 1667. 4. p. 26.) ganz richtig erklärt hat.

Es sey Taf. X. Fig. 43. D das Auge, CB ein Kartenblatt mit einem kleinen Loche in der Mitte, E ein entfernter heller Gegenstand, z. B. der helle Himmel, die weiße Wand eines Gebäudes oder dgl., d der Kopf einer Stecknadel, die, wie die Figur zeigt, sehr nahe vor das Loch des Kartenblatts, und mit demselben ganz nahe ans Auge gehalten wird. Der Bequemlichkeit halber kan man die Nadel bey e umbiegen, und durch das Kartenblatt durchstechen. Sieht nun das Auge durch das Loch im Kartenblatte gegen das helle E, so scheint ihm die Nadel sehr vergrößert, umgekehrt und hinter dem Loche bey F. Die Erklärung hievon ist folgende. Die Stecknadel selbst sieht

das Auge gar nicht, weil sie ihm viel zu nahe liegt. Es sieht aber durch das Loch des Kartenblatts einen Theil des Hellen GH, doch so, daß der Kopf der Nadel d die Stralen aufhält, die vom untern Theile H kommen. Daher fehlen Theile des Hellen, d. h. man sieht darauf nach H zu einen Schatten, der die Figur des Nadelknopfs hat. Weil man die Entfernung des Hellen vom Kartenblatte nicht bemerkt, so setzt man dasselbe mit dem darauf erscheinenden Schatten gleich hinter das Loch in F. Die Theile der Nadel selbst fangen Stralen auf, die von G kommen, und man sieht also ihren Schatten nach G zu über F, woraus ein umgekehrtes und vergrößertes Schattenbild der Nadel entsteht. Kürzer drücken sich **Fabri** und **Le Cat** so aus: Auf die Netzhaut falle bey D ein aufrechter Schatten der Nadel, der wegen der verkehrten Lage des Bilds im Auge, in Absicht auf die umliegenden Gegenstände, als ein umgekehrter, empfunden werde. Beyde Erklärungen sagen im Grunde das nemliche. Der Engländer **Gray** führt diesen Gesichtsbetrug in den Philosophischen Transactionen an, erklärt ihn aber sehr irrig daraus, daß die Luft im Loche des Kartenblatts einen Hohlspiel bilde.

Hält man einen undurchsichtigen Körper 3 — 4 Zoll weit vom Auge gegen etwas Helles, und führt noch näher beym Auge einen zweyten dunklen Körper auf den ersten zu, so scheint der Rand des ersten sich auszubreiten, und jenem entgegenzukommen. Dies erklärt **Melville** (Edinb. Essays, Vol. II. p. 55.) aus den Halbschatten, welche die Ränder naher Körper, wegen der Weite des Augensterns, auf die Netzhaut werfen, oder daraus, daß gewisse Theile des Hellen dem ganzen Augensterne, nebenliegende aber nur der Helfte desselben u. s. w. verdeckt werden. Der Halbschatten des entfernten Körpers ist schmäler und dunkler; sobald nun beyde Halbschatten zusammentreffen, so werden dem Augensterne Stellen des Hellen ganz verdeckt, die man vorher wenigstens noch dunkel sahe, und es scheinen sich beyde Körper auszubreiten, nur ist dies bey dem entferntern wegen seines schwärzern Halbschattens ungleich merk-

licher. Sehr ausführlich findet man diese Erklärung beym **Priestley** (Gesch. der Optik S. 515.).

Zu den Gesichtsbetrügen läßt sich auch das Doppelsehen der Gegenstände, die außer dem Horopter liegen, s. **Sehen, Horopter**, und die Erscheinung der zufälligen Farben rechnen, s. **Farben, zufällige**. Auch die Beugung des Lichts verursacht einige, z. B. daß sich entfernte Gegenstände, Thürme und Hügel, hin und her zu bewegen scheinen, wenn man vor dem Auge einen dünnen Drath herumführt u. s. w., welches **Le Cat** (Traité des sens, p. 299.) erklärt.

Sehr merkwürdig sind die von der Brechung und Zurückwerfung der Stralen herrührenden Täuschungen, von welchen **Büsch** (Tractatus duo optici argumenti, Hamb., 1783. 8.) und **Gruber** (Physikal. Abhdl. über die Stralenbrechung und Abprellung auf erwärmten Flächen, Dresden, 1787. 4.) handeln. Man sieht nemlich oft in flachen und weit übersehbaren Gegenden einen Theil der Atmosphäre gegen den Horizont hin so verdickt, daß man nichts dadurch gewahr wird, die hohen Gegenstände am Horizonte aber ragen darüber empor; es gewinnt also das Ansehen, als ob sich in der Ferne ein großer Teich oder See befände, und die Gegenstände am Horizonte jenseits dieses Sees lägen. Was aber das Wunderbarste ist, die Bilder der Gegenstände, z. B. entfernter Berge, Städte u. dgl. spiegeln sich in diesem scheinbaren See, und erscheinen darinn umgekehrt, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Taf. X. Fig. 44. wird diese Erscheinung erläutern, welche verschwindet, sobald man sich im Wagen in die Höhe richtet. Herr **Büsch** erklärt nun dieses Phänomen aus der Stralenbrechung am Horizonte, und aus der Zurückwerfung des Lichts, wenn es auf glatte Flächen unter einem sehr kleinen Winkel auffällt. Herrn **Grubers** Erklärungen beruhen zwar in der Hauptsache auf eben diesen Gründen; er zeigt aber noch insbesondere, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Hauptursache des ganzen Phänomens sey. Er nahm ebendasselbe wahr, wenn er aus seiner Wohnung die horizontale Fläche des Frießes

und vorspringenden Architrabs an einem benachbarten Gebäude gleichsam mit dem Auge bestrich. Denn wenn diese Fläche stark von der Sonne erwärmt war, und die Luft an ihr, wie gewöhnlich, zitterte, so spiegelten sich die Facaden der dahinterstehenden Häuser in den Vertiefungen der Fläche. Er sahe sogar dieselbe Erscheinung an einer heißen Stange in seinem Zimmer, wenn er längst ihrer Oberfläche hin das Auge auf ein weißes Papier an der Wand richtete.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, an mehreren Stellen.

Gesichtsfehler, Vitia visus, *Défauts de la vue.* Ich werde in diesem Artikel einige Fehler oder widernatürliche Beschaffenheiten des menschlichen Auges zusammenstellen, welche mir einer besondern Anführung werth scheinen. Hiezu gehören unter den von **Cullen** (Kurzer Inbegriff der medicinischen Nosologie, a. d. Engl. Leipzig, 1786. gr. 8. I. Th. S. 399. u. f.) angeführten Localkrankheiten einige Arten der das Auge betreffenden vier Gattungen (Caligo, Amaurosis, Dysopia, Pseudoblepsis).

Die **Verdunkelung des Gesichts, wobey die Netzhaut nichts leidet** (Caligo), wenn nemlich das Licht durch einen vor dieser Haut liegenden dunkeln Gegenstand entzogen wird, kan entweder von einem Fehler der Augenlieder, von Flecken der Hornhaut, von einem Fehler oder gänzlichen Mangel der wässerichten oder von Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit, von Verstopfung, Zusammenziehung oder Verwachsung des Augensterns, oder endlich von einer Verdunkelung der Krystallinse herrühren. Im letztern Falle führt die Krankheit den Namen des **grauen Stahrs** (Cataracta, Caligo lentis, Gutta opaca), und kan durch Herausziehung oder Niederdrückung der Krystallinse geheilt werden, weil man auch ohne Linse sehen kan, s. **Auge.** Blindheit durch Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit wird der **grüne Stahr** (Glaucoma) genannt.

Die Verminderung oder der gänzliche Verlust des Ge-

sichts, ohne einen in die Augen fallenden Fehler des Auges, wobey die Pupille meistentheils erweitert ist, und die Kraft sich zusammenzuziehen, verlohren hat, heißt der **schwarze Stahr** (Amaurosis, Gutta serena). Diese mehrentheils unheilbare Krankheit besteht in einer Lähmung des Sehnervens und Unempfindlichkeit der Netzhaut, und kan aus Anhäufungen und Stockungen der Säfte im Gehirn, aus einer angebohrnen oder durch Krankheit veranlaßten Schwäche, aus Krampf oder endlich aus Giften, welche innerlich oder äußerlich an den Körper gebracht werden, entstehen.

Gesichtsschwächen (Dysopiae), wobey das Auge nur in einer gewissen Stärke des Lichts, oder in einer gewissen Entfernung und Lage deutlich sieht, sind das Tag- und Nachtsehen, die Kurz- und Weitsichtigkeit, das Schiefsehen und Schielen.

Das **Tagsehen** (Hemeralopia, Visus diurnus *Boerh.*) ist der Fehler derjenigen Augen, welche nur beym hellsten Sonnenlichte deutlich sehen, in der Dämmerung aber nichts unterscheiden können. **Sauvages** (Nosologia methodica, Amst. 1768. 4 maj. To. I. p. 732.) führt an, diese Krankheit sey um Montpellier epidemisch gewesen, und leitet sie von einer Erschlaffung der Gesichtswerkzeuge durch die feuchte und neblichte Herbstluft ab. Einen ähnlichen Fall führt **Nicolai** (Abhdl. von den Fehlern des Gesichts, Berlin, 1754. 8. S. 156.) an. Wenn dieser Fehler angebohren ist, wie bey einem jungen Menschen in England (*Lowthorp* Philos. Trans. abridged. Vol. I. p. 38. u. *Sauvages*, p. 734.), scheint er von einer allzugeringen Empfindlichkeit der Netzhaut herzurühren. Die Augen der Hühner haben von Natur diese Beschaffenheit.

Dagegen wird durch eine allzugroße Empfindlichkeit der Netzhaut und des Augensterns, bisweilen auch durch Entzündung und krampfhafte Zufälle der Augen, oder durch Erweiterung der Pupille bey langanhaltender Dunkelheit das **Nachtsehen** (Nyctalopia, Visus nocturnus, *Vue de hibou, de chat etc.*) veranlasset. **Thümmig** (Versuch einer gründlichen Erläuterung der merkwürdigsten Begebenheiten in der Natur, Halle, 8. S. 254.) führt das

Beyspiel eines Tonkünstlers an, den eine zersprungne Saite so heftig ins rechte Auge schlug, daß er damit eine Zeit lang am Tage gar nichts, des Nachts aber alles deutlich sehen konnte; und **Boerhaave** (De morbis oculorum) gedenkt eines Engländers, der nach einem langen Aufenthalt in einem dunkeln Gefängniß einen Monat hindurch beym Taglichte nichts sehen konnte. Einige Thiere, z. B. die Eulen, Fledermäuse, Katzen u. a. haben von Natur so empfindliche Augen, wobey zugleich der Augenstern einer sehr großen Erweiterung fähig, und die Aderhaut von einer lebhaft glänzenden grünen oder röthlichen Farbe ist.

Auch unter den Menschen hat die Natur sehr viele mit so empfindlichen Augen versehen, und es ist merkwürdig, daß sich dabey fast immer eine Weiße der Haut und der Haare findet. **Maupertuis** (Venus physique, Oeuvres de Maup. Lion, 1768. 8. To. II. p. 100. sqq.) erzählt von den Bewohnern der Landenge Darien, daß sie wegen dieses Gesichtsfehlers alle Arbeiten in der Nacht verrichten und am Tage ruhen. Unter den Negern findet man die sogenannten **weißen Mohren** (Leucaethiopes), **Blaffards** oder **Albinos**. **Maupertuis** (a. a. O. S. 115.) beschreibt einen solchen, der 1744 nach Paris gebracht ward, und obgleich von schwarzen Eltern gebohren, dennoch eine weiße Haut mit hellblauen (nach **Fontenelle** ins Röthliche fallenden) höchst empfindlichen Augen hatte. Er sieht dies mit Recht für eine Krankheit der Haut und der Augen an. Man weiß, daß in Guinea, Java, Panama ganze sich fortpflanzende Racen von Männern und Weibern mit dieser Krankheit behaftet sind. Es finden sich aber auch einzelne Albinos unter den Europäern. Die Herren **Blumenbach**, **Storr** und **de Saussüre** haben deren zween in Chamouny, **Buzzi** (Opusculi scelti di Milano, 1784. To. VII. p. 11.) vier in Mayland, und der Graf **Razumowsky** (Crells chym. Annalen, 1787. I. St. S. 149.) einen in Grötzingen gesehen. Herr **Blumenbach** (De oculis Leucaethiopum et iridis motu, in Comment. Gotting. To. VII. ad ann. 1784 et 1785. p. 29. sq.) leitet die äußerste Empfindlichkeit des Gesichts bey diesen Albinos, welche

mit einer Röthe des Sterns und der innern Theile des Auges begleitet ist, von dem Mangel des braunen oder schwärzlichen Schleims (pigmentum nigrum) her, welcher sonst das innere Auge von der fünften Woche nach der Empfängniß an bekleidet. Er erklärt die Verbindung zwischen dieser rothen Farbe der Augen und der Weiße der Haut und Haare, aus der Aehnlichkeit des Gewebes, aus welchem sich der schwarze Schleim, das malpighische Netz und die Haare bilden. Schon **Simon Portius** (De coloribus oculorum, Florent. 1550. 4. p. 34.) hat bemerkt, daß blaue Augen weniger von diesem Schleime haben und daher empfindlicher gegen das Licht sind, als schwarze. **Buzzi** fand es durch Zergliederung eines menschlichen Körpers bestätigt, daß bey einer weißen Oberhaut mit rosenrothem Sterne nicht nur der schwarze Schleim im Auge, sondern auch das gewöhnliche schleimichte Wesen an der Haut des übrigen Körpers fehlte, und die Haare außerordentlich weiß waren. Er sahe in Mayland noch drey Albinos, Söhne einer Mutter, die außer ihnen noch vier Kinder mit braunen Augen und Haaren gebohren, während der Schwangerschaft mit den Albinos aber eine außerordentliche Begierde nach Milch empfunden hatte. Die beyden Albinos in Chamouny sind ebenfalls Brüder, von Eltern mit brauner Haut und schwarzen Augen gezeugt, dergleichen auch ihre Schwestern haben. Ihre Augensterne sind nach **de Saussure** (Reisen durch die Alpen, IV Theil, Leipz. 1788. gr. 8. S. 249.) von entschiedenem Rosenroth; alle Haare ihres Körpers waren in der Jugend milchweiß und fein, sind aber jetzt röther und rauch, so wie auch jetzt ihre Augen das Helle mehr, als sonst, ertragen können. In der Jugend mußte man sie aus Mitleid ernähren, weil sie das Vieh zu hüten nicht im Stande waren.

Von der **Kurzsichtigkeit** (Myopia) und **Weitsichtigkeit** (Presbyopia) ist bereits bey dem Worte: **Auge** (Th. I. S. 194—196.) gehandelt worden. Ich will nur noch hinzusetzen, daß diese Fehler bisweilen blos das eine Auge, oder ein Auge mehr, als das andere, betreffen. Bey mir selbst ist das linke Auge äußerst kurzsichtig,

da hingegen das rechte in ziemliche Entfernungen deutlich sieht. Ich habe mich gewöhnt, blos das rechte Auge zu brauchen, und fühle daher, wenn ich dasselbe zuschließe, um mit dem kurzsichtigen allein etwas in der Nähe zu betrachten, eine schmerzhafte Anstrengung, während welcher mir der Gegenstand weiter wegzurücken, und etwas größer zu werden scheint, bis das Bild deutlich wird. Wenn ich alsdann das rechte Auge wieder öfne, so fühle ich die Anstrengung in diesem, das Object scheint mir näher zu kommen, und sich gleichsam zusammenzuziehen. Verdrücke ich ein Auge mit dem Finger so, daß ich zwey Bilder sehe, so stellt sich mir das undeutliche Bild durch das kurzsichtige Auge merklich entfernter und größer dar, als das deutliche. Einer meiner Freunde, der unter unsere aufgeklärtesten Aerzte gehört, und eben so ungleiche Augen hat, versichert mich, daß er mit dem kurzsichtigen Auge alle Gegenstände um $\frac{1}{24}$ kleiner, als mit dem andern, sehe. Dies ist meiner Erfahrung entgegen; es folgt aber daraus nichts weiter, als daß wir beyde über scheinbare Entfernung und Größe auf verschiedene Art urtheilen.

Es giebt auch Augen, welche alle, sowohl nahe, als entfernte Gegenstände undeutlich sehen, wenn sie sich nicht erhabner Gläser bedienen. Von dieser Art sind die am grauen Stahr operirten Augen. *Janin* (Mémoires et Obs. sur l'oeil, Paris 1772. 8. p. 429.) führt ein Beyspiel von Augen an, welche von Natur so beschaffen waren, und sucht die Ursache dieses Fehlers in einer allzuplatten Krystallinse.

Das **Schiefsehen** (Luscitas *Boerh.* Visus obliquus), wobey das Auge nur das, was ihm zur Seite steht, deutlich siehet, und sich also, um gerade vor ihm stehende Dinge zu betrachten, seitwärts wenden muß, kan von einer schiefen Lage der Pupille oder Krystallinse, von einer Undurchsichtigkeit des vordern Theils der Hornhaut, oder von einer Unempfindlichkeit des in der Augenaxe liegenden Theils der Netzhaut herrühren. Das **Schielen** (Strabismus, Luscitas relativa), welches hievon verschieden ist, wird unter einem besondern Artikel abgehandelt werden.

Das falsche Sehen (Pseudoblepsis), welches die letzte Classe der Gesichtsfehler ausmacht, zeigt entweder Dinge, die gar nicht vorhanden sind (Pseudoblepsis imaginaria), oder vorhandene Dinge anders, als gewöhnlich (Pseudoblepsis mutans). Zur ersten Art gehören die Erscheinungen von Fliegen, Netzen, Funken u. dgl. die vor dem Auge schweben; zur zweyten das Nichtsehen der Farben, die Erscheinung falscher Farben, falscher Gestalten, Lagen und Größen, das Halbsehen und das Doppeltsehen.

Viele Personen sehen vor ihren Augen **dunkle Flecken** oder Punkte wie kleine **Mücken**, wellenförmig gewundene **Fäden**, **Netze**, Spinnweben, helle Punkte oder Funken u. dgl. Diese Flecken steigen in die Höhe auf, wenn das Auge schnell gegen den Himmel erhoben wird; wenn man aber scharf auf einen Gegenstand sieht, sinken sie langsam herab und verschwinden, bis das Auge wieder bewegt wird. Sie erscheinen am deutlichsten, wenn sie vor der Mitte des Auges vorbeygehen, und dasselbe auf einen hellen Gegenstand, vorzüglich gegen Schnee oder Nebel, gerichtet ist. Manche Augen sehen sie in fast unzählbarer Menge, und einige darunter scheinen schwerer zu seyn und sinken schneller zu Boden, als die andern. Wenn man den Kopf niedersenkt, so sammeln sie sich um die Mitte des Auges; legt man sich aber auf den Rücken, und senkt den Kopf hinterwärts, so gehen sie nach der Stirn zu, welche alsdann am niedrigsten liegt. Sie folgen also offenbar der Schwere so, wie Körper, die in einer flüßigen Materie schwimmen. Die meisten Aerzte haben sie mit **Willis** (Anat. cerebri, cap. 21.) aus der Unempfindlichkeit gewisser Stellen der Netzhaut durch ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefäße erklärt, wodurch aber ihre Bewegung nicht begreiflich wird; **de la Hire** und **Le Roi** (Mém. de Paris, 1760.) setzen sie in die wässerichte Feuchtigkeit, und **Morgagni** (Adversar. anatom. VI. Animadvers. 75.) leitet sie von Streifen der eingetrockneten Thränenfeuchtigkeit auf der Hornhaut her. **Maitre-Jan** (Traité des maladies de l'oeil, 12mo p. 281.) vermuthet, daß diese Erscheinung, weil sie oft vor dem grauen

Stahre vorhergeht, von einem Fehler der äußern Häute der Krystallinse herrühren möge. **Demours** (Sur les filamens, qui paroissent voltiger devant les yeux, im Journal de Medecine, Fevr. 1788. p. 274. sqq.) öfnete die Hornhaut einiger Augen, denen solche Flecken erschienen, und ließ die wässerichte Feuchtigkeit auslaufen, allein die Kranken sahen die Flecken noch, wie vorher. Er setzt also die Ursache derselben in die Feuchtigkeit des **Morgagni**, welche die Krystallinse umgiebt, und von der nach seiner Meynung einige kleine Theile, ohne viel von ihrer Durchsichtigkeit zu verlieren, etwas mehr Dichte, Schwere und Brechungskraft erhalten können. Hiebey läugnet er nicht, daß die unbeweglichen Flecken von Unempfindlichkeit gewisser Stellen des Sehnerven oder der Netzhaut herrühren, und Vorboten des schwarzen Stahrs seyn können, so wie die beweglichen eine entfernte Disposition zum grauen Stahr anzeigen würden.

Von dem **Nichtsehen der Farben**, als einem angebohrnen Fehler, werden in den philosophischen Transactionen (Vol. LXVII. P. 1. n. 14. Vol. LXVIII. P. II. p. 611. und in den Samml. zur Physik und Naturgesch. 1. B. 5. St. S. 637.) einige Beyspiele angeführt. Drey Brüder **Harris** in Cumberland sahen Größe und Gestalt sehr deutlich, konnten aber keine Farben unterscheiden. Einer davon unterschied zwar schwarz von weiß, auch ein gestreiftes Band von einem einfarbichten, wußte aber die Namen der Farben nicht anders, als durch Rathen zu treffen. Eben dies wird von einem gewissen **Colardeau** in Frankreich und einem Apotheker M. in Strasburg erzählt (s. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuste aus der Phys. 1. B. 2. St. S. 57.). **Giros de Gentilly** hat unter dem Namen Georg Palmer in englischer Sprache eine Theorie der Farben und des Gesichts herausgegeben, worinn er annimmt, das Licht habe nur drey ursprüngliche Farben, die Netzhaut aber dreyerley Membranen, deren jede einer besondern Farbe zugehöre. In manchem Auge nun sey jede dieser Membranen für alle Farbenstralen zugleich empfindlich, wo-

durch das Vermögen, Farben zu unterscheiden, geschwächt oder gar aufgehoben werde.

Das Sehen **falscher Farben** (Chrupsia, Visus coloratus) kan von der Gelbsucht, von ausgetretenem Blut, von einem starken Eindrucke des Lichts auf die Netzhaut, von heftigem Reiben des Auges, und andern Ursachen herrühren. **Boyle** (Exp. de coloribus, P. 1.) erzählt, daß bey einer Pest die Kranken an den Kleidern und andern Gegenständen die lebhaftesten Regenbogenfarben sahen; man hat auch Beyspiele, daß nach einem heftigen Schrecken die Dinge grün oder blau erschienen sind. Bey geschloßnem Auge sieht man gewöhnlich zufällige Farben, s. **Farben, zufällige**. Drückt man das geschloßne Auge mit dem Finger im innern Augenwinkel, so sieht man ein buntes Bild des ganzen Augensterns, welches von dem wenigen, durch die Augenlieder einfallenden, Lichte auf der Netzhaut entworfen wird.

Falsche Gestalten, Lagen und Größen der Dinge (Metamorphopsia, Visus defiguratus) können sich aus verschiedenen Ursachen zeigen, welche vornehmlich in der Myopie, in Nervenkrankheiten, Verschleimung der ersten Wege, oder in einem unregelmäßigen Bau irgend eines zum Auge gehörigen Theiles zu suchen sind. Nach **Lentin** (Observ. Fascicul. II.) sahe ein Kranker alle Gegenstände zu klein. **Sauvages** (Nosologia method. To. II. p. 190.) führt einen Fall an, da ein achtzigjähriger Mann eine Zeitlang alle gerade Gegenstände krumm und nach einer Seite hangend sahe, und **Stoll** (Ratio medendi, To. II. p. 14.) erwähnt, daß nach einer hitzigen Krankheit dem Patienten alle Objecte schief und vorwärts gekrümmt erschienen. Noch sonderbarer ist der Fall, den **Sennert** (Praxis med. L. I. c. 3. Sect. 2.) anführt, da ein Leibarzt zu Dresden, als er die Augen plötzlich in die Höhe richtete, auf einmal alles umgekehrt sahe, welcher Zufall ein Vierteljahr lang anhielt, und bey einer andern schnellen Erhebung der Augen sich auf einmal wieder verlohr.

Vom **Halbsehen** der Gegenstände führt **Vater** (Diss. de visus vitiis duobus rarissimis. Viteb. 1723. 4.) drey

Fälle an, und sucht sie aus einer Pressung des Gehirns und aus dem Kreuzen der Sehnerven zu erklären.

Gewöhnlicher ist das **Doppeltsehen** (Diplopia, Visus duplicatus), von welchem **Klauhold** (Diss. de visu duplicato, Argent. 1746. 4.) und **Klinke** (Diss. de Diplopia, Gotting. 1774. 4.) viele Beobachtungen gesammelt haben. **Sauvages** (Nosol. To. I. p. 193.) zählt zehn Varietäten desselben aus verschiedenen Ursachen, zu denen sich noch mehrere setzen ließen. Wenn man mit beyden Augen siehet, so erscheinen alle Gegenstände doppelt, so bald die Augenaxen nicht zusammenlaufen, s. Horopter. Ein solches Doppeltsehen kan Folge oder Symptom von mancherley Krankheiten seyn, wobey die Augen entweder durch Krämpfe oder durch Lähmung verwendet, und aus ihrer natürlichen Lage gebracht werden. Bisweilen kan es auch von der Ungleichheit der Augen, und der besondern Schwäche oder Verletzung des einen herkommen. Auch einem Auge allein können die Gegenstände doppelt oder vervielfältiget erscheinen, wenn die Hornhaut oder Krystalllinse durch Verletzungen eine polyedrische Gestalt erhält, oder der Augenstern mehr, als eine, Oefnung hat. Viele Kurzsichtige sehen alle entfernte Gegenstände, auch mit einem Auge, doppelt (Diplopia remotorum), wovon **de la Hire** (Accidens de la vue, p. 352.) die Ursache in der Gestalt der Krystallinse sucht.

Gesichtsfeld, Campus visionis, *Champ de vision.* Der Raum, den das Auge auf einmal übersieht, vornehmlich, wenn es Gegenstände durch Fernröhre oder Mikroskope betrachtet. Weil bey den dioptrischen Werkzeugen auf allen Seiten der Augenaxe gleich viel übersehen werden kan, so ist das Gesichtsfeld ein Kreis. Der **Halbmesser** dieses Kreises wird in Graden und Theilen der Grade, angegeben. Er ist derjenige Winkel, welchen die äußersten ins Auge kommenden Stralen rings herum mit der Augenaxe machen. Soviel nemlich kan man rings herum sehen, als zwischen den Schenkeln dieses Winkels enthalten ist.

Das bloße Auge sieht eigentlich nur das recht deutlich, was nahe an der Gesichtsaxe anliegt. Inzwischen bilden sich doch auch seitwärts liegende Gegenstände deutlich genug mit ab. Man nimmt insgemein an, es werde soviel auf einmal übersehen, als zwischen den Schenkeln eines rechten Winkels liegt, d. i. der Halbmesser des Gesichtsfeldes sey = 45°.

Durch das **galileische Fernrohr** übersieht man desto mehr, je näher man das Auge an das Augenglas bringt. Hält man es sehr nahe daran, so wird die Größe des Gesichtsfeldes durch die Oefnung des Augensterns bestimmt; daher man im Dunkeln mehr, als bey Tage, übersehen kan.

Im **Sternrohre** ist das Gesichtsfeld bestimmter. Wenn das Auge am vortheilhaftesten Orte, ein wenig hinter dem Brennpunkte des Augenglases steht, so ist die Tangente des Halbmessers vom Gesichtsfelde gleich dem Halbmesser der Oefnung des Augenglases, dividirt durch die Länge des Fernrohrs, s. **Fernrohr**. Eben dies findet auch beym **Erdrohre** nach seiner gewöhnlichen Einrichtung statt, nur daß man hier nicht mit der ganzen Länge des Fernrohrs, sondern blos mit der Summe der Brennweiten des Vorder- und Augenglases zu dividiren hat.

Durch **mehrere Gläser** wird in manchen Fällen das Gesichtsfeld vergrößert, z. B. zwey nahe beysammen stehende Augengläser verdoppeln den Halbmesser desselben. Macht man ein großes Feld zum Hauptzwecke, so ist es am besten, das Fernrohr nicht lang zu machen, wie z. B. bey den Nachtfernröhren.

Bey den **Spiegelteleskopen** wird die Größe des Gesichtsfelds durch ein zusammengesetztes Verhältniß bestimmt, s. **Spiegelteleskop**, aus welchem sich ergiebt, daß sie sich auch hier, wie die Oefnung des Augenglases verhalte. Um also ein großes Feld zu übersehen, müßte man das Augenglas breit machen. Da dies viel Abweichungen geben würde, so verändert man lieber die ganze Stellung, läßt das letzte Bild etwas hinter den großen Spiegel fallen, fängt aber die Stralen noch vorher mit dem

Augenglase auf, und leitet sie erst durch ein zweytes Augenglas ins Auge selbst, wodurch eben so, wie durch zwey nahe Augengläser im Sternrohre, das Feld sehr erweitert wird. Man pflegt hiebey überhaupt das Gesichtsfeld mehr durch Proben, als durch Abmessung und Rechnung, zu bestimmen.

Bey den **einfachen Mikroskopen** ist die Tangente des Halbmessers vom Gesichtsfelde gleich dem Halbmesser des Kügelchens oder der Linse, dividirt durch die Brennweite, s. **Mikroskop**.

Beym zusammengesetzten Vergrößerungsglase aus zwey und mehrern Gläsern, ist eben diese Tangente gleich dem Halbmesser der Oefnung des Augenglases, dividirt durch das Produkt des Abstands des Auges vom Glase in die Vergrößerungszahl, welche Regel überhaupt als eine allgemeine für alle optische Werkzeuge gelten kan.

Gesichtskreis, s. **Horizont**.

Gesichtswinkel, s. **Sehewinkel**.

Gestalt, Figur, Figura, *Figure*. Gestalt überhaupt heißt Beschaffenheit und gegenseitige Lage der Grenzen einer ausgedehnten Größe. Da jeder Körper ausgedehnt ist, und also Grenzen hat, so kömmt auch jedem eine Gestalt zu, obgleich oft die Körper so klein sind, daß unser Gesicht und Gefühl dieselbe nicht mehr bemerken können. Die Gestalt ist also eines von den allgemeinen Phänomenen der Körper.

Durch die Gestalt unterscheiden sich Körper, die sonst an Größe, innerer Beschaffenheit, Gewicht rc. gleich sind, z. B. eine Bleykugel von einem gleich schweren bleyernen Würfel. Die Gestalten der Körper sind unendlich mannigfaltig, und **Leibnitz** scheint nicht mit Unrecht behauptet zu haben, daß es in der Natur keine zween Körper von völlig gleicher Gestalt gebe. Uebrigens wird Gleichheit der Gestalt **Aehnlichkeit** genannt.

Die scheinbare Gestalt der Gegenstände, von denen wir überhaupt blos die Grenzen oder Flächen sehen, kömmt darauf an, wie uns die Größe und Entfernung dieser Gren-

zen erscheint. Es finden dabey viele Trugschlüsse statt. Ein eckichter Körper erscheint in der Ferne rund, weil wir seine Ecken nicht mehr bemerken; ein Kreis von der Seite betrachtet, sieht elliptisch aus, wenn wir alle Theile seines Umfangs für gleich entfernt halten. So kan uns ein Cylinder als ein Viereck, eine Kugel als ein Kreis vorkommen, wenn wir nicht durch Licht und Schatten bemerken, daß jenes ein Cylinder, dieses eine Kugel sey.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 318.

Gestehen, Erhärten. Man sagt von denjenigen Substanzen, welche bey den gewöhnlichen Temperaturen der Atmosphäre im festen Zustande sind, z. B. von den Metallen, Schwefel rc., daß sie **gestehen** oder erhärten, wenn sie nach vorhergegangener Schmelzung durch die Abnahme der Wärme aus dem flüßigen Zustande wiederum in den gewöhnlichen festen übergehen. Es gehört das Gestehen in einerley Classe mit dem Gefrieren; beydes sind Gattungen der Gerinnung, s. **Gerinnung, Gefrierung.**

Gestirne, Astra, Sidera, *Astres.* Unter diesem Namen werden alle Körper begriffen, die wir am Gewölbe des Himmels bey Tag oder Nacht wahrnehmen, und welche der gemeinen oder täglichen Bewegung des ganzen Himmels mit folgen. Sie erscheinen uns alle leuchtend, bis wir erst bey mehrerer Aufmerksamkeit durch Schlüsse entdecken, daß nur einige an sich **leuchtend**, andere hingegen dunkel, und nur vom fremden Lichte **erleuchtet** sind. Die an sich leuchtenden sind die **Sonne** und die **Fixsterne**; die dunkeln die **Planeten**, die **Monden** oder **Nebenplaneten** und die **Kometen**. Von allen diesen handeln eigne Artikel dieses Wörterbuchs.

Die Lehre von den Gestirnen, s. **Astronomie**, überzeugt uns davon, daß diese Körper größtentheils unsere Erdkugel an Größe weit übertreffen, so klein sie uns auch scheinen; daß ihre Entfernungen von einander zum Theil alle Größen übersteigen, die wir messen oder uns vorstellen können, und daß den Bewohnern, mit welchen sie aller

Wahrscheinlichkeit nach besetzt sind, unsere Erde entweder gar nicht mehr, oder doch nur als ein unbedeutendes kleines Sternchen sichtbar ist, s. **Weltgebäude**.

Gesundbrunnen, Mineralwasser, Fontes medicati, Aquae minerales, *Eaux minerales*. Diejenigen Brunnen oder Quellen, in deren Wasser gasartige, schweflichte, salzige oder metallische Substanzen enthalten sind. Im weitläuftigsten Verstande sind alle Wasser mineralisch, weil sich in allen wenigstens etwas Erde und Selenit findet; man giebt aber den gemeinen Wassern nur in dem Falle, wenn die Beymischungen beträchtlich sind, den Namen **harter** oder **roher** Wasser (aquae durae, *eaux crues*), und **mineralische** nennt man nur diejenigen, welche die zu Anfang genannten Bestandtheile bey sich führen. Die meisten derselben werden der Gesundheit halber mit gutem Erfolg getrunken, und diesen kömmt eigentlich die Benennung der **Gesundbrunnen** zu.

Diese Wasser erhalten die mineralischen Bestandtheile dadurch, daß sie durch Erdschichten laufen, in welchen sich Salze und Kieße im Zustande der Zersetzung befinden. Sie sind entweder **kalt**, wenn ihre Temperatur die Wärme des Luftkreises nicht übertrifft, oder **warm**, **warme Bäder**, von welchen letztern ein eigner Artikel handelt. Einige dieser Wasser enthalten eine große Quantität Luftsäure oder fixe Luft, die ihnen einen geistigen und stechenden Geschmack giebt, aber durch Umschütteln und Freystehen an der Luft davon geht. Diese heißen **Sauerbrunnen**, **Sauerwasser** (aquae acidulae, *Eaux acidules*).

Die chymischen Untersuchungen der Mineralwasser erfordern eine sehr feine Behandlung, wozu **Macquer** und **Bergmann** (De analysi aquarum, in Opusc. phys. et chem.) vorzüglich gute Anleitungen geben. Man kan sie ihrem fixen Gehalte nach mit **Zückert** in seifenartige, Bitterwasser, alkalische, salzige, schwefelhaltige und eisenhaltige abtheilen. Schriften über die Classificationen und Beschreibungen derselben habe ich bey dem Worte: **Bäder** angeführt.

Die seifenartigen, wie z. B. die zu Plombieres, führen eine feine Thonerde bey sich, und sind in Ansehung ihres fixen Gehalts die unwirksamsten. Die **Bitterwasser, abführenden Wasser** (aquae catharticae, purgantes, amarae) enthalten das aus Vitriolsäure und Bittersalzerde bestehende Bittersalz, und, wenn sie Zugang zu fixem mineralischen Alkali gehabt haben, oft auch wahres Glaubersalz. Bisweilen findet sich auch freye Bittersalzerde oder Kalkerde dabey, die nur durch etwas Luftsäure gebunden wird. In Deutschland sind das **Sedlizer** und **Saidschützer** die bekanntesten (**Troschel** Nachr. von dem wahrhaften böhmischen Bitterwasser Saidschützer Ursprungs, aus dem Hochbelschen Berge. Leitmeritz, 1761. 8.). **Bergmann** fand in einer schwedischen Kanne saidschützer Bitterwasser, $4\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltigen Kalk, $24\frac{1}{2}$ Gr. Gyps, $12\frac{1}{2}$ Gr. luftsäurehaltige Bittersalzerde, $859\frac{1}{2}$ Gr. Bittersalz, $21\frac{1}{2}$ Gr. Bitterkochsalz, einen Cubikzoll fixe Luft und eben soviel reine Luft.

Die **alkalischen** Mineralwasser enthalten etwas freyes fixes mineralisches Laugensalz, das vielleicht nur durch einige Luftsäure gebunden ist. Den größten Theil des Salzgehalts machen doch immer das dabey befindliche Glaubersalz, Bittersalz und Kochsalz aus. Die warmen Quellen dieser Art, z. B. die **Carlsbader**, führen gern eine aufgelösete Kalkerde bey sich, die sie an der Luft absetzen, s. **Bäder**. Die **salzigen** unterscheiden sich von den Solen oder eigentlichen Salzquellen durch die fixe Luft, die sie enthalten, auf welche bey ihrem medicinischen Gebrauche eigentlich gesehen wird. Man kan das **Selterwasser** zu dieser Classe rechnen, ob es gleich auch Mineralalkali und Bittersalz enthält (Untersuchung von des berühmten Selzerwassers Bestandtheilen, Wirkungen und richtigem Gebrauch. Leipz. 1775. 8.). **Bergmann** erhielt aus einer schwedischen Kanne Selzerwasser 17 Gran luftsäurehaltigen Kalk, $29\frac{1}{2}$ Gr. luftsäurehaltige Bittersalzerde, 24 Gr. luftsäurehaltiges Mineralalkali, $109\frac{1}{2}$ Gr. Kochsalz, 6 Cubikzoll fixe und 1 Cubikzoll reine Luft.

Die **schwefelhaltigen** sind warme Quellen, welche

einen Schwefel in sich halten und an der Luft wieder absetzen. Die Aachner Bäder sind die bekanntesten darunter, s. **Bäder, warme.**

Die **eisenhaltigen** oder **Stahlwasser** (aquae martiales, chalybeatae) führen Eisen entweder durch Vitriolsäure oder durch Luftsäure aufgelöset. Die Quellen sind an ihrer fertig scheinenden regenbogenfarbigen Haut und dem abgesetzten Eisenocher kennbar. Sie sind die gemeinsten von allen, und fehlen fast niemals in sumpfigen Gegenden und Torfmooren, überhaupt in der Nachbarschaft von Schwefelkießen. Sie haben einen zusammenziehenden Geschmack, und enthalten mehrentheils noch erdichte Theile und Mittelsalze. Zu den bekanntern gehören das Spa- und **Pyrmonterwasser** (**Seip** Beschreibung der Pyrmontischen Mineralbrunnen und Stahlwasser, Hannov. 1750. 8. **Markard** Beschreibung von Pyrmont, 1. Th. Leipz. 1784. gr. 8. S. 246. u. f.). Nach **Bergmann** hält das **Spawasser** in der schwedischen Kanne $8\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltigen Kalk, 20 Gr. luftsäurehaltige Bittersalzerde, $8\frac{1}{2}$ Gr. luftsäurehaltiges Mineralalkali, 9 Gr. Kochsalz, $3\frac{1}{4}$ Gr. luftsäurehaltiges Eisen, und 45 Cubikzoll Luftsäure; das **Pyrmonter** hingegen 20 Gran luftsäurehaltigen Kalk, $38\frac{1}{2}$ Gr. Gyps, 45 Gr. luftsäurehaltige Bittersalzerde, 25 Gr. Bittersalz, 7 Gr. Kochsalz, $3\frac{1}{2}$ Gr. luftsäurehaltiges Eisen und 95 Cubikzoll Luftsäure. **Markard** setzt nach Versuchen, die von Herrn **Westrumb** zwey Meilen von der Quelle selbst angestellt sind, den Gehalt an Luftsäure auf 140 Cubikzoll in einer Kanne.

Wie man sich die Entstehung der Mineralwasser vorstellen könne, s. bey dem Worte: **Bäder, warme.** Ich will hier nur noch hinzusetzen, daß die fixe Luft, welche viele dieser Wasser in so großer Menge enthalten, wahrscheinlich von der im Wasser geschehenen Verbindung der übrigen Stoffe herrührt, da es bekannt ist, daß bey jeder Auflösung der Kalkerden in Säuren eine beträchtliche Menge Luftsäure entwickelt wird, welche sich mit dem Wasser sehr gern und genau verbindet.

Man hat sich schon längst bemüht, die Gesundbrunnen

durch die Kunst nachzuahmen. Da aber die Luftsäure ein so wichtiger Bestandtheil derselben ist, so hatte diese Unternehmung, ehe man die luftförmigen Stoffe genauer kennen lernte, unübersteigliche Schwierigkeiten. Man suchte anfänglich, ihnen dieses flüchtige geistige Wesen durch Gemenge von Eisenfeile und Schwefel mitzutheilen. **Venel** (Mém. sur l'analyse des eaux de Selters, in Mém. présentés à l'Acad. roy. Vol. II. p. 53. 80. sqq) führte zuerst die Chymisten auf den rechten Weg, indem er den luftförmigen Stof durch **Umschütteln** in einer Flasche mit einer Blase aus dem Mineralwasser zu erhalten, und durch Auflösung des Mineralalkali mit Salzsäure in das gemeine Wasser zu bringen lehrte. Daß diese im Wasser gleichsam fixirte Luft das Eisen auflöslich mache, ward auch schon von **Lane** (Phil. Tr. Vol. LXIX. N. Hamburg. Magaz. B. XI. S. 483.) bemerkt. Jetzt ist es durch die Entdeckungen über die Gasarten sattsam erwiesen, daß dieser flüchtige Geist der Sauerbrunnen nichts anders, als Priestleys fixe Luft oder die **Luftsäure** sey, s. **Gas, mephitisches**, die man so leicht aus dem Aufbrausen der Kalkerden mit Säuren erhalten kann. Man hat seitdem eigne Werkzeuge erfunden, um das Wasser auf eine bequeme Art mit dieser Gasart zu imprägniren (s. **Parkers Maschine**), wobey man denn die gehörige Menge Eisen und die übrigen Antheile an fixen Stoffen leicht hinzuthun, und so die Sauerwasser sehr vollkommen nachahmen kan.

Macquer's Chymisches Wörterbuch, Art. **Wasser, mineralische**, mit Herrn Leonhardi Anm.

Zückert Beschreibung aller Gesundbrunnen Deutschlands, Königsberg, zwote Aufl. 1776. gr. 8.

Gewicht, Pondus, *Poids*. Die Größe des Drucks, den ein Körper durch seine Schwere äußert; die Größe seines Bestrebens zu fallen. Das Gewicht eines Körpers besteht aus der Summe der Bestrebungen, womit alle seine Theile zum Fall getrieben werden. Da nun alle Theile des Körpers Materie sind, und alle bekannte Materie schwer ist, so sind wir berechtiget, anzunehmen, daß das Gewicht eines Körpers desto größer sey, je mehr er Theile

hat, oder daß es sich wie die Menge der ihm zugehörigen Materie, wie seine **Masse**, verhalte, s. **Masse.**

Die Worte, **Gewicht** und **Schwere**, so oft sie auch im gemeinen Leben verwechselt werden, drücken doch ganz verschiedene Begriffe aus. **Schwere** ist das Bestreben, womit jeder einzelne Theil der Materie überhaupt fallen will, **Gewicht** ist die Summe dieser Bestrebungen in einem bestimmten Körper. Jene hängt blos von der Gravitation der Materie gegen die Erde, dieses zugleich von der Masse des schweren Körpers ab; jene ist eine beschleunigende, dieses eine bewegende Kraft, s. **Kraft.** Wenn ich aus einem Gefäß voll Wasser einige Kannen schöpfe, so vermindert sich sein Gewicht, nicht seine Schwere; wenn ich aber das Gefäß aus unsern Ländern in die Nähe des Aequators überführe, so vermindert sich die Schwere zugleich mit dem Gewichte, weil in diesem Falle jeder einzelne Theil leichter wird.

Man bestimmt das Gewicht der Körper durch Vergleichung mit andern bekannten Gewichten, dem Pfunde und dessen Theilen, s. **Pfund.** Von dem hiezu dienenden Werkzeuge s. den Artikel: **Wage.** Das Verfahren selbst heißt **Wiegen, abwägen.** Was man hiebey findet, blos an sich betrachtet, heißt das **absolute Gewicht** (pondus absolutum, *poids absolut*).

Das absolute Gewicht, betrachtet im Verhältniß mit dem Raume, den der Körper einnimmt, oder mit seinem **Volumen**, giebt den Begrif von **eigenthümlichem Gewicht, specifischem Gewicht** (pondus specificum, *poids relatif*). Dieser Name ist zwar weit schicklicher, als die sonst gebräuchliche Benennung: **specifische Schwere**; ich habe aber bey dem Entwurfe meines Plans einmal die ältere Benennung, an die ich gewöhnt war, beybehalten, und verweise also hier auf den Artikel: **Schwere, specifische.**

Bey dem Worte: **Gleichgewicht** wird erwiesen, daß ein fester Körper, wenn man ihn in einen flüßigen einsenkt, von seinem absoluten Gewichte soviel verliere, als das Gewicht des von ihm aus seiner Stelle getriebnen Flüßigen

beträgt. Eine Bleykugel z. B., welche 11 Loth wiegt, und so groß ist, daß sie ein Loth Wasser aus der Stelle treibt, wird in Wasser gesenkt, nur 10 Loth wiegen. Dieser Ueberrest heißt alsdann ihr **relatives Gewicht** (pondus relativum).

Da nun die Luft, welche die Körper auf der Erde umgiebt, alle Eigenschaften flüßiger Materien hat, so folgt hieraus, daß selbst in freyer Luft jeder Körper einen Theil seines Gewichts verliert, daß also alle Gewichte der Körper, wie sie im luftvollen Raume in unsere Sinne fallen, nur **relative Gewichte** sind. So wird eine Masse Wasser, deren wahres Gewicht 850 Gran beträgt, in freyer Luft nur einen Druck von 849 Gran ausüben, u. s. w. Wir erfahren also durch Abwägen nur sehr selten das wahre Gewicht der Körper, zumal da die dazu gebrauchten Einsetzgewichte in der Wagschale ebenfalls einen Theil ihres absoluten Gewichts verlieren.

Je größer der Raum ist, den ein Körper einnimmt, desto mehr Luft treibt er aus ihrer Stelle; desto größer ist also auch der dabey erlittene Verlust am Gewicht. Nun dehnt die Wärme alle Körper in einen größern Raum aus: sie werden also, wenn sie erhitzt sind, mehr Gewicht verlieren, und leichter scheinen, als wenn sie kalt gewogen werden. Eben daher sagt man auch, daß ein Körper im Sommer weniger, als im Winter, wiege; man hat aber dabey in Betrachtung zu ziehen, daß er im Sommer in wärmerer und also leichterer Luft gewogen wird, welcher Umstand jenen Unterschied wenigstens zum Theil wieder aufhebt.

Ueberhaupt ist dieser Verlust des Gewichts der Körper in der Luft in den meisten Fällen unbeträchtlich; er kan aber bey Körpern, die sehr leicht sind, und doch einen großen Raum einnehmen, so beträchtlich werden, daß man ihn schlechterdings nicht vernachläßigen darf. Dies ist der Fall bey den mit Luft angefüllten Blasen und andern leichten Hüllen. Werden diese gar mit noch leichtern Stoffen, als die Luft selbst ist, z. B. mit brennbarer Luft, gefüllt, so kan es so weit kommen, daß sie ihr ganzes Gewicht verlie-

ren, oder daß sie gar in der Luft emporsteigen und vielleicht noch beträchtliche Lasten mit sich erheben, s. **Aerostat.**

Gewitter, Ungewitter, Donnerwetter, Tempestas fulminea, *Orage accompagnée d'éclairs et de tonnerre.* Wenn Wolken, deren elektrisches Gleichgewicht unter sich, oder mit der Erde, gestört ist, sich zu mehrern wiederhohlten malen ihrer Elektricität durch den Bliz und mit Donner entledigen, so heißt diese prachtvolle, aber zugleich auch fürchterliche, Begebenheit ein **Gewitter,** und die Wolken selbst **Gewitterwolken.** Das meiste hievon wird bey den Worten: **Bliz, Blizableiter, Donner, Luftelektricität,** vorgetragen.

Die Elektricität der Luft und der Wolken entstehe, woher sie wolle, so zeigen doch die Gewitterwolken alle die Eigenschaften, welche andere elektrisirte Körper zeigen. Sie ziehen die unelektrisirten Wolken und leichten Körper der Erde an, stoßen die gleich elektrisirten zurück, geben leitern, die in ihren Wirkungskreis kommen, die entgegengesezte Elektricität, entladen sich auf stumpfgeendete Körper durch einen Wetterstral, und verlieren ihre Elektricität stillschweigend durch die Wirkung der Spizen.

Man findet zwar im Winter die Wolken eben so stark, als im Sommer, elektrisch; dennoch sind im Winter die Gewitter bey weitem nicht so häufig. Dies kömmt vielleicht nach der Vermuthung des Hrn. **Achard** (Chymisch-Physische Schriften, Berlin, 1780. 8. S. 263.) daher, weil kalte Luft besser isolirt, als warme, wie alle isolirende Körper überhaupt thun, daß folglich in kalter Luft nicht leicht ein Bliz entstehen kan, es müßte denn die Elektricität überaus stark werden. Auch lehrt die Erfahrung, daß Gewitter, wenn sie im Winter einmal kommen, sehr schwer sind.

Des Nachmittags und Abends entstehen mehr Gewitter, als des Morgens, vielleicht weil zu diesen Zeiten die Luft erwärmter und mehrern, Elektricität erregenden, Abwechselungen der Temperatur ausgesezt ist. In bergichten Gegenden sind die Gewitter wegen der Anziehung der Ber-

ge gegen die Wolken häufiger und anhaltender als auf dem ebnen Lande, und ziehen manchmal etliche Tage an und über den Bergen herum.

Gemeiniglich sind die Gewitter mit Sturm und Regen begleitet. Der Sturm entsteht durch die plötzliche Abkühlung der Luft, vielleicht auch durch die vom fallenden Wasser entwickelte Luft und Dämpfe. Der Gewitterregen fällt in großen Tropfen nieder, welches eine große Höhe des Falles und eine vielleicht durch die Elektricität verstärkte Anziehung anzeigt. Wenn nach Hrn. de Saussüre Muthmaßung (s. Dünste) die unbekannte Ursache, welche die Dünste in den Wolken in blasenförmiger Gestalt erhält, die Elektricität ist, so würde sich daraus leicht erklären lassen, warum oft auf einen starken Bliz plötzlich ein heftiger Regenguß folgt. Es wäre nemlich durch den Bliz die Wolke ihrer Elektricität beraubt worden, also müßten die Dunstbläschen zerplatzen, und ihr Wasser fiele nun in Regentropfen herab.

Daß das Läuten mit Glocken die Gewitter nicht vertreibt, ist jezt allgemein bekannt; die Glocke mit dem hänfenen Strick giebt aber einen guten Leiter ab, und sezt den Läutenden der Gefahr aus. Ob das Abfeuern der Geschütze die Gewitterwolken wirklich zertheile, ist wohl noch sehr unentschieden; man beruft sich zwar auf Erfahrungen, aber vielleicht hätten sich die Wolken ohne diese Anstalt auch zertheilt.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 749.

Glas, Vitrum, *Verre*. Ein durch die Schmelzung entstandner, glänzender, harter, spröder, auf dem Bruche schneidender, durchsichtiger Körper, der sich bey hinlänglicher Hitze wieder in Fluß bringen läßt.

Man kan die Gläser, in der weitläuftigsten Bedeutung des Worts, in einfache und zusammengesetzte eintheilen. Die einfachen sind salzig, wie das Boraxglas, oder metallisch, wie das Glas vom Spiesglase (Vitrum antimonii). Die zusammengesezten werden entweder aus verschiednen erdichten Stoffen, oder aus Salzen und Erden,

oder aus Metallkalken, Salzen und Erden bereitet. Sie sind ferner entweder vollkommene oder unvollkommene. Die **vollkommnen** Gläser sind ganz durchsichtig, durch vollkommne Auflösung und Schmelzung aller Theile; die **unvollkommnen**, z. B. Schmelz und Porcellan sind undurchsichtig oder nur halb durchsichtig, weil viele ihrer Theile ungeschmolzen bleiben. Gläser, die man bey Metallarbeiten erhält, heißen **Schlacken** (scoriae), s. **Verglasung**.

Das **gemeine Glas** wird aus glasartigen oder Kieselerde enthaltenden und laugenartigen Materien, z. B. aus Sand und Asche, bereitet. Unter den Säuren ist keine, die es auflöset, außer der Flußspathsäure; wenn es aber gepülvert und mit Mineralsäuren digerirt wird, so verbinden sich diese letztern mit dem Laugensalze und die Kieselerde wird frey. Wenn das Glas zu viel Laugensalz enthält, so wird es auch in ganzen Stücken von den Mineralsäuren angegriffen; mit 3 — 4mal so viel Alkali zusammengeschmolzen giebt es sogar eine Masse, die im Wasser auflöslich ist.

Die Masse oder **Fritte**, woraus man das Glas bereitet, wird in den Glasöfen in großen Tiegeln geschmolzen, und zu Gefäßen und anderm Geräthe vermittelst des Blaserohrs, entweder aus freyer Hand, oder in Formen, in die erforderliche Gestalt gebracht. Die Platten zu Spiegeln und dgl. werden aus geblasenen Walzen gestreckt, dickere auch gegossen. Die fertigen Arbeiten werden, um die von einer schleunigen Erkaltung entstehende Härte und Spannung der Theile zu mindern, im Kühlofen wieder erhitzt und allmählig abgekühlt. Spiegel, nachgeahmte Edelsteine, optische und andere Krystallgläser werden nachher weiter durch Maschinen, auf Mühlen oder aus freyer Hand geschliffen, oder mit einem Diamant geschnitten. Kleine Arbeiten werden auch wohl vor einer Lampe geblasen.

Das gemeine **grüne** Glas wird aus Sand und Asche bereitet. Bedient man sich ausgelaugter Asche; so wird auch wohl etwas Kochsalz zugesetzt. Die Farbe hängt von

der Wahl der Ingredienzien, die Härte und Dauer an der Luft und gegen feuchte Auflösungsmittel von dem Verhältnisse derselben ab. Zum weißen oder **Krystallglase** wählt man reinere und weniger färbende Kiesel und Laugensalze, und benimmt die noch übrige grüne Farbe durch Braunstein, der es aber, im Uebermaaße zugesetzt, oder bey zu lang anhaltendem Flusse, wieder röthlich färbt. Sollen künstliche Arbeiten daraus verfertiget werden, so wird es durch einen größern Antheil von Laugensalz, durch Arsenik, Salpeter oder Bleykalk leichtflüßiger gemacht, wodurch es aber auch zugleich weicher und leichter von Auflösungsmitteln angegriffen wird. Durch Bleykalke erhält es eine ansehnliche Schwere, nimmt eine schöne Politur an, bricht die Lichtstralen etwas weniger, zerstreut aber nach **Zeihers** Entdeckung die Farben weit stärker (s. **Flintglas, Achromatische Fernröhre**). Künstliche Edelsteine oder **Flüsse** sind härtere Gläser aus Straß oder feinerer Fritte von gewählten Stoffen, die zur Nachahmung der natürlichen Edelsteine oft auch durch zugesetzte Metallkalke gefärbt werden.

Zur Glasbereitung oder **Hyalurgie** haben schon im vorigen Jahrhunderte **Neri** (De arte vitriaria Libri VII. Amst. 1681. 12.) und **Kunkel** (Vollkommne Glasmacherkunst, Frf. 1689. 4. Nürnb. 1756. 4.) sehr schätzbare Anweisungen gegeben, so wie unter den Neuern **Halle**. (Der Glasarbeiter, in der Werkstätte der heutigen Künste, Brandenb. und Leipz. 1761. 4. B. III. S. 141—158.), **Hartwig** (Die Glashütte, in **Sprengels** Handwerken in Tabellen, Samml. X. Berlin, 1773. 8. S. 274—309.) und **Beckmann** (Anleitung zur Technologie, Göttingen, 2te Aufl. 1787. 8. S. 240—254.) zu empfehlen sind.

Das Glas wird zu so vielen im gemeinen Leben brauchbaren Geräthen mit Vortheil angewendet, daß es nächst den Metallen gewiß die nützlichste chymische Erfindung der Menschen ausmacht. Es war schon im höchsten Alterthum bekannt. **Plinius** (H. N. L. XXXVI. c. 26.) erzählt, es sey von egyptischen Kaufleuten bey einer Reise durch Phönicien am Ufer des Flusses **Belus** durch einen

Zufall erfunden worden, da sie bey der Bereitung der Speisen einige Stücken Natrum mit Ufersande vermengt unter ihre Dreyfüße gesetzt und durchs Feuer verglaset gefunden hätten. Von diesem Flusse führen auch **Tacitus** (Histor. L. V.) und **Josephus** (De bello Iudaico II. 9.) an, daß sein Sand zur Bereitung des Glases sehr geschickt sey. Nach der Erzählung des **Plinius** ist die älteste Glasfabrik zu Sidon gewesen; in Rom hat man erst zu **Tibers** Zeiten Glas zu bereiten angefangen. Was aber dieser Schriftsteller von der Erfindung des Kunststücks hinzufügt, das Glas biegsam und streckbar zu machen, ist allem Ansehen nach eine Fabel, wofür es auch schon **Isidorus** (Orig. XVI. 15.) ausgiebt. Zwar ließe sich dieses biegsame Glas für Hornsilber erklären, wenn es nicht höchst unwahrscheinlich wäre, daß man schon damals auf die Entdeckung dieses Silberniederschlags habe kommen können. Endlich erfand man unter **Nerons** Regierung die Kunst, Becher und Gefäße aus einem hellen weißen Glase zu bereiten, das dem Bergkrystalle glich; sie kamen aus Alexandrien, und wurden um ungeheure Preise verkauft.

Von der Geschichte des Glases handeln **Hamberger** (Comment. Soc. Gotting. To. IV.), und **Michaelis** (ebend.) von der Geschichte des Glases bey den Hebräern.

Für die Physik ist das Glas wegen vieler von seinen Eigenschaften eine ganz unentbehrliche Materie. Seine Unzerstörlichkeit, Undurchdringlichkeit, und Durchsichtigkeit machen es geschickt zu Gefäßen, in welchen mancherley Stoffe eingeschlossen und mancherley Operationen vorgenommen werden können. Durch seine stralenbrechende Eigenschaft und Glätte wird es zu optischen Werkzeugen brauchbar, und als ein vorzüglich guter Nicht-leiter macht es einen beträchtlichen Theil der elektrischen Geräthschaft aus. Unsere Kenntniß der Natur würde daher ohne den Gebrauch des Glases weit unvollkommner, als jetzt, geblieben seyn.

Macquer chem. Wörterb. Art. Glas.
Brisson dict. raisonné de phys. Art. *Verre*.

Glaselektricität, positive oder **Plus-elektricität,** Electricitas vitrea s. positiva, *Electricité vitrée* ou *positive.* Diejenige Elektricität, welche das glatte Glas durch Reiben mit der Hand oder mit andern Substanzen erhält. Sie ist, wie **du Fay** entdeckt hat, der Elektricität, die das Harz oder Siegellack durch Reiben an den meisten Substanzen erhält, entgegengesetzt, so daß ein elektrischer Körper, welchen das geriebene Glas anzieht, in eben dem Zustande von dem geriebnen Siegellack abgestossen wird. **Franklin** und überhaupt alle, welche nur eine einzige elektrische Materie annehmen, erklären die Glaselektricität aus dem **Ueberflusse** dieser Materie, und nennen sie daher die positive oder Pluselektricität, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: **Entgegengesezte Elektricitäten.**

Glastropfen, Glasthränen, Springgläser, Lacrymae vitreae, *Larmes Bataviques*, *Larmes de verre.* Wenn man einen flüßigen Glastropfen in kaltes Wasser fallen läßt, so nimmt er die Gestalt eines ovalrunden Körpers an, der sich in einen langen dünnen Schwanz endiget, und erhält nun in seinem festen Zustande den Namen einer **Glasthräne** u. s. w. Diese festen Glastropfen haben die merkwürdige Eigenschaft, daß sich der ovalrunde Theil mit dem Hammer schlagen und abschleifen läßt, ohne zu zerbrechen, da hingegen, wenn man den dünnen Schweif abbricht, der gange Tropfen augenblicklich in einen feinen Staub zerspringt.

Man kan die Ursache dieses Zerspringens nicht in der Luft suchen; denn obgleich diese Tropfen gewöhnlich kleine Bläschen enthalten, so kan man doch den Körper bis auf diese Bläschen abschleifen, ohne daß er zerspringt: auch thun die Tropfen ihre Wirkung im luftleeren Raume. Die erwähnten Bläschen sind nach **Bosc d'Antic** (Mém. presentés à l'Ac. de Paris, To. IV) nichts, als ein in Dämpfe aufgelöster Glasschaum oder Glasgalle, und die Glastropfen zerspringen auch, wenn sie keine Bläschen haben.

Vielmehr liegt die Ursache des Phänomens in ihrem

plötzlichen Erkalten im Wasser, wie bey den Springkolben, s. **Bologneser Flaschen**, wobey die äußern Theile eher, als die innern, kalt werden, daher man sie noch auf 6 Secunden lang im Wasser glühen sieht. Dadurch gerathen ihre Theile in eine sehr starke und ungleiche Spannung, und eine angefangne Trennung setzt sich augenblicklich durch alle Theile fort. Im ovalen Theile hingegen ist die Verbindung wegen der Wölbung fester. Diese richtige Meynung haben schon **Hobbes, Montanari** und **Sturm** angenommen. Die Glastropfen verlieren ihre Sprödigkeit, wie die Springkolben, wenn man sie auf glühende Kohlen legt, und dann nach und nach abkühlen läßt. Man kan sie von weißem Glase eben sowohl, als von grünem, verfertigen.

Läßt man einen noch flüßigen Glasfaden in kaltes Wasser gehen, so nimmt er von selbst eine spiralförmige Windung an. Die so bereiteten **Glaswürmer** (vermiculi vitrei) zerspringen ebenfalls in Staub, wenn man ein Stück davon abbricht.

Wolfs Nützliche Versuche, Th. III. Cap. 3.

Errleben Anfangsgründe der Naturl. mit Lichtenbergs Anm. §. 422.

Glatt, Laevis, *Poli.* Glatt heißt die Oberfläche eines Körpers, wenn auf ihr keine, oder nur wenige und unbeträchtliche Theile über die andern hervorragen. Wir finden in der Natur keine völlig glatten Oberflächen; selbst in den polirten Flächen der besten Gläser und Metallspiegel, die dem bloßen Auge und dem Gefühl glatt scheinen, entdeckt man durch das Microskop noch Erhöhungen und Vertiefungen. Inzwischen giebt es Körper, deren Flächen von Natur oder durch Kunst sehr glatt sind, z. B. Eis, polirte Gläser und Marmorplatten u. dgl. Dem Glatten ist das Rauhe entgegengesetzt, s. **Rauh**. Glatte Ebnen von einerley Materien hängen bey der Berührung zusammen, s. **Cohäsion**, und Körper, die man auf glatten Flächen bewegt, leiden weniger Reibung, s. **Reiben**.

Glatteis, Glacies tenuis corporum superficies obducens, *Verglas*. Wenn nach einer starken oder langwierigen Kälte die Temperatur gelinder wird, so bleiben das Steinpflaster, die Fußboden, Mauern und andere Körper noch eine Zeit lang kälter, als die äußere Luft, daher schlagen sich an ihren Oberflächen die in der Luft aufgelösten Dünste nieder, und gefrieren, wenn die Flächen kalt genug sind, in Form einer dünnen glatten Eisrinde, welche **Glatteis** genannt wird. Eine solche Rinde bildet auch der Regen, wenn er bey der Temperatur des Eispunkts, wo die Tropfen schon dem Gefrieren nahe sind, auf den noch kältern Boden herabfällt, und augenblicklich auf demselben gefrieret.

Gleichförmig, Aequabilis, *Uniforme*. Gleichförmig heißt, was so vertheilt ist, daß auf jeden gleich großen Theil gleichviel kömmt. Gleichförmige Bewegung, bey welcher jeder Theil des Weges mit gleicher Geschwindigkeit beschrieben, oder in jedem Zeittheile gleich viel Raum zurückgelegt wird; gleichförmige Dichte, wenn jeder Theil des Körpers so dicht, als der andere, oder in jedem gleich großen Raume gleich viel Masse enthalten ist, u. s. w. s. **Bewegung, gleichförmige, Dichte**. Dem Gleichförmigen wird das Ungleichförmige entgegengesetzt.

Gleichgewicht, Aequilibrium, *Equilibre*. Der Zustand der Ruhe, welcher erfolgt, wenn zwo gleiche Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen einander entgegen wirken, so daß beyde sich aufheben, und keine von ihnen Bewegung hervorbringen kan. Wenn beyde Schalen einer Wage mit vollkommen gleichen Gewichten beschwert sind, so strebt das Gewicht der Schale zur Rechten, das rechte Ende des Wagbalkens herabzuziehen, das in der Schale zur Linken hingegen strebt mit gleicher Kraft, eben dieses Ende aufwärts zu treiben, beyde Bestrebungen heben sich auf, und der Wagbalken bleibt in Ruhe. Diesen Zustand nennt man das **Gleichgewicht** der Kräfte, welcher Namen eben so, wie die lateinische Benennung, von dem Beyspiele der innenstehenden Wage hergenommen ist. Die Lehre vom Gleichgewichte der Kräfte heißt die **Statik**.

Der allgemeine Grundsatz der Statik ist also dieser: **Wenn ein Körper von zwoen einander gerade entgegengesetzten u. gleichen Kräften getrieben wird, so muß er ruhen**, oder die Kräfte stehen im Gleichgewicht. Es hängt dieses Axiom mit dem Satze des zureichenden Grundes zusammen. Nemlich beyden Kräften zugleich kan der Körper nicht folgen; es ist aber auch kein Grund da, warum er einer allein mehr, als der andern, folgen sollte.

Wird ein Körper von mehr als zwoen Kräften getrieben, so läßt sich ein Paar derselben nach den Regeln der Zusammensetzung der Kräfte in eine einzige zusammenbringen, welche eine andere Größe und Richtung hat, s. **Zusammensetzung der Kräfte**. Diese mit der dritten zusammengesetzt, giebt wiederum eine neue, die sich als die Summe aller drey zusammengesetzten ansehen läßt, und mit der vierten rc. zusammengesetzt, ein neues Resultat für die Summe aller vier rc. Kräfte giebt. Fährt man so fort, bis nur noch eine einzige übrig ist, und ist alsdann diese letzte der Summe aller übrigen gleich und entgegengesetzt, so stehen sämmtliche Kräfte im Gleichgewicht, und der Körper muß ruhen.

Taf. X. Fig. 45. werde der Körper A nach den Richtungen AB, AC, AD von drey Kräften gezogen, die sich wie die Linien AB, AC, AD verhalten. Man setze AB und AC zusammen, indem man BE mit AC und CE mit AB parallel ziehet, so wird AE, die Diagonale des Parallelogramms ABEC die Summe derselben seyn. Ist nun die einzige noch übrige Kraft AD dieser Summe AE genau gleich und entgegengesetzt, so muß der Körper A in Ruhe bleiben, weil die dritte Kraft gerade das aufhebt, was die beyden ersten zusammen hervorbringen. Hiebey muß also AD = DE seyn, und die Richtungen beyder Linien AD und DE müssen in einerley geraden Linie (in directum) liegen; mithin sind die drey Seiten des Dreyecks ACE den Richtungen der drey Kräfte AB, AC, AD gleichlaufend: denn AC ist die Richtung der ersten Kraft selbst, CE ist mit der Richtung der zweyten AB parallel,

und AE liegt in einer geraden Linie mit der Richtung der dritten AD. Auch sind diese drey Seiten den Linien AB, AC, AD gleich, und verhalten sich daher wie die Größen der Kräfte. Daher ist das Gesetz des Gleichgewichts für drey Kräfte dieses: **Wird ein Körper von drey Kräften getrieben, welche sich, wie drey mit ihnen parallele Seiten eines Dreyecks verhalten, so muß er ruhen.** Dieser von **Simon Stevin** (Beghinselen der Weghkonst, Amsterd. 1596. 4.) entdeckte Satz ist sehr fruchtbar an wichtigen Folgen, und **Varignon** (Nouvelle mecanique ou Statique, à Paris, 1725. 4.) hat ihn zum allgemeinen Grundsatze der ganzen Statik angenommen. Doch hat er für einen Grundsatz keine hinlängliche Evidenz, und ist vielmehr eine Folge aus der Lehre von Zusammensetzung der Kräfte.

Aus dem Grundsatze des Gleichgewichts zwoer Kräfte fließen als Folgen, die Gesetze des Gleichgewichts fester Körper am Hebel, flüßiger Körper unter einander selbst, und fester Körper mit flüßigen. Die Gesetze des Gleichgewichts fester Körper am Hebel, und flüßiger unter einander selbst werden bey den Worten: **Hebel** und **Röhren, communicirende**, abgehandelt werden; aber für die Sätze vom Gleichgewicht fester Körper mit flüßigen habe ich keine schickliche Stelle in irgend einem besondern Artikel finden können, und will sie daher dem gegenwärtigen beyfügen.

Gleichgewicht flüßiger Körper mit festen.

Folgende Sätze sind bey dem Worte **Druck** unter dem Abschnitte: Druck flüßiger Massen gegen die Gefäße (Th. I. S. 611. u. f.) erwiesen worden.

I. Der Druck des Wassers (welches Wort hier überhaupt jede flüßige Materie bedeutet) auf einen Boden, ist dem Gewichte der Wassersäule gleich, welche den Boden zur Grundfläche und die senkrechte Höhe des Wassers über demselben zur Höhe hat.

II. Der aufwärts gerichtete Druck gegen einen festen Deckel wird durch das Gewicht einer Wassersäule gemessen, welche die Fläche des Deckels zur Grundfläche, und die

senkrechte Höhe des Wassers über der Ebne des Deckels zur Höhe hat.

III. Der seitwärts gehende Druck auf eine feste Wand wird durch das Gewicht einer Wassersäule gemessen, welche die Wand zur Grundfläche, und die senkrechte Höhe des Wassers über die Mitte der Wand zur Höhe hat.

Man stelle sich nun vor, Taf. X. Fig. 46. sey in das bis EF mit Wasser gefüllte Gefäß ABCD ein rechtwinklichtes Parallelepipedum abcd so eingesenkt, daß es völlig vom Wasser umringt werde. So ist zuerst aus III. klar, daß der Druck des Wassers auf die Seitenwände ac und bd gleich groß sey, weil die Seitenflächen selbst gleich groß sind, und die Höhe des Wassers über ihrer Mitte ge und hf, ebenfalls auf beyden Seiten gleich ist. Daher heben sich diese Drückungen als gleiche und entgegengesetzte Kräfte von allen Seiten auf, es findet ein völliges Gleichgewicht statt, und der Körper wird vom Wasser auf keine Seite verschoben.

Wohl aber wird er von beyden Seiten zusammengedrückt, und die Pressungen können bey einer großen Tiefe unter Wasser sehr stark werden, so daß platte zerbrechliche Flächen dadurch zerdrückt werden. Daher zerbricht eine verstopfte leere Flasche mit platten Seitenflächen, wenn man sie sehr tief im Wasser versenkt; eine offen gelassene aber bleibt ganz, weil sie sich inwendig mit Wasser füllt, welches auf jede Seitenfläche von innen eben so stark herauswärts drückt, als das äußere hineinwärts; daher die äußern Pressungen beyde aufgehoben werden, und nicht mehr auf das Zusammendrücken der ganzen Flasche wirken können.

Es erhellet ferner aus I., daß der Druck des Wassers auf die obere Fläche ab dem Gewichte der Wassersäule eabf gleich ist, und aus II., daß der aufwärts gerichtete Druck gegen die untere Fläche cd durch das Gewicht der Wassersäule ecdf gemessen wird. Diese beyden Drückungen sind zwar entgegengesetzt, aber nicht gleich. Es wird also die größere, d. i. die aufwärts gerichtete, nur um so viel vermindert werden, als die kleinere beträgt. Nun ist

die Wassersäule e c d f, um e a b f vermindert, der Wassersäule a b c d oder dem Wasser gleich, das den Raum des festen Körpers a b c d einnimmt. Es bleibt also von dem aufwärts gerichteten Drucke so viel übrig, als das Gewicht des Wassers austrägt, das den Raum des eingesenkten Körpers einnehmen kann. Oder: **Das Wasser hebt einen ganz eingesenkten Körper mit einer Kraft, die dem Gewichte des aus seiner Stelle getriebnen Wassers gleich ist.**

Dieser Beweiß gilt, wie er hier vorgetragen ist, nur für ein rechtwinklichtes Parallelepipedum. Man kan ihn aber leicht auf Körper von jeder Gestalt ausdehnen, wenn man das zu Hülfe nimmt, was am Schlusse des Artikels: **Druck** (Th. I. S. 614.) vom Drucke auf krumme Flächen gesagt wird. Hat z. B. der feste Körper die irreguläre Gestalt a b c d, Taf. X. Fig. 47, so wird der niederwärts gehende Druck dem Gewichte des Wassers im Raume e a d c f; der aufwärts gehende dem des Wassers im Raume e a b c f; und also beyder Unterschied oder die Kraft, womit der Körper wirklich gehoben wird, dem Gewicht des Wassers im Raume a b c d gleich seyn.

Kürzer wird eben dieser Satz in den physikalischen Lehrbüchern so erwiesen: Ein fester Körper, in Wasser versenkt, leidet unstreitig von dem ihn umgebenden Wasser eben den Druck, den ein eben so großer Theil Wasser an seine Stelle gesetzt davon leiden würde. Dieser Theil Wasser in a b c d wird aber von dem übrigen Wasser dergestalt getragen, daß sein Gewicht, mit dem er zu Boden sinken will, gerade aufgehoben wird, weil er an seiner Stelle bleibt, ohne zu fallen. Also wird auch von dem Gewichte des eingesenkten festen Körpers so viel aufgehoben, oder das Wasser hebt ihn so stark, als das Gewicht des Wassers beträgt, das gerade seine Stelle einnehmen könnte, oder das er aus derselben vertrieben hat.

Hat also ein Körper mehr Gewicht, als ein gleich grosser Theil Wasser, so verliert er durch das Heben des Wassers nur einen Theil seines Gewichts; der übrige Theil treibt ihn zu Boden, daher **sinkt er unter**. Ein Faden,

der ihn hält, hat nicht mehr das ganze Gewicht des Körpers, sondern nur diesen Ueberrest, mit dem er sinken will, zu tragen, und die Wage, an deren Schale dieser Faden befestiget wird, zeigt nur diesen Ueberrest an. Das heißt: **Der Körper verliert im Wasser von seinem Gewichte so viel, als ein gleich großer Theil Wasser wiegt**. Wiegt z. B. eine Bleykugel 11 Loth, und eine gleich große Wasserkugel 1 Loth; so wird die Bleykugel im Wasser versenkt, 1 Loth von ihrem Gewichte verlieren. Versuche hierüber anzustellen, dient die hydrostatische Wage, s. **Wage, hydrostatische**, und Anwendungen hievon auf die Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte der Körper findet man bey dem Worte: **Schwere, specifische**.

Hat der feste Körper, der sich in dem Wasser befindet, mit dem Wasser selbst einerley Gewicht, so verliert er sein ganzes Gewicht, und behält nichts übrig, womit er sinken könnte. Er bleibt also mitten im Wasser an seiner Stelle ruhig stehen, und ein Faden, an dem er hängt, hat nichts mehr zu tragen. So fühlt man das Gewicht eines Eimers mit Wasser, den man aus einem Brunnen zieht, gar nicht, so lang der Eimer völlig unter Wasser ist.

Ein fester Körper endlich, der weniger wiegt, als ein gleich großer Theil Wasser, wird von dem Wasser stärker aufwärts gehoben, als ihn sein Gewicht niedertreibt. Er wird also weder sinken, noch stehen bleiben, sondern vielmehr so lang aufwärts steigen, bis ihn das Wasser nicht mehr stärker heben kan, als ihn sein Gewicht abwärts treibt, d. h. er wird **schwimmen**. Eben dies wiederfährt auch einem flüßigen Körper, der sich nicht mit dem Wasser vermischt, und es wird hievon bey dem Worte: **Schwimmen**, ausführlich gehandelt werden.

Diese Sätze vom Gleichgewichte fester Körper mit flüßigen, sind Erfindungen des **Archimedes** (περὶ τῶν ὀχουμένων βιβλ. β. s. De insidentibus humido Libri II. in Opp. per David. Rivaltum. Paris 1615. fol. p. 487.), von welchem **Vitruv** (De architectura L. IX. c. 3.) das bekannte Märchen erzählt, daß er bey Veranlassung einer

vom König Hieron bestellten goldnen Krone, den Betrug des Künstlers, der sie mit Silber gemischt hatte, ohne Zerstörung des Kunstwerks zu entdecken gewünscht habe, hierauf im Bade durch Nachdenken über das Leichterwerden seines ins Wasser gesenkten Körpers auf die Erfindung der hydrostatischen Probe geleitet worden, und vor Freuden über diese Entdeckung mit Geschrey nackend aus dem Bade gesprungen sey. Ist gleich diese Erzählung fabelhaft, so kan doch die Erfindung selbst dem Archimedes zugehören, wiewohl seine oben angeführten Bücher nur von schwimmenden, nicht von untersinkenden Körpern handeln.

Gleichung der Bahn, s. Anomalie.

Gleichung der Zeit, Zeitgleichung, Aequatio temporis, *Equation du tems, Equation de l' horloge.* So heißt in der Sternkunde der Unterschied zwischen der wahren und mittlern Sonnenzeit, s. **Sonnenzeit.**

Da die wahren Sonnentage, mithin auch die Stunden und übrigen Theile der wahren Sonnenzeit, ungleich sind, so ist es unmöglich, daß Uhren, deren größter Vorzug in einem gleichförmigen Gange besteht, jemals wahre Sonnenzeit zeigen können. Um aber doch ein gewisses Mittel zu haben, woran man die immer gleichen Stunden der Uhren binden könne, hat man die mittlere Sonnenzeit eingeführt. Man stellt sich zu dem Ende eine erdichtete Sonne vor, welche sich im Aequator bewegt und täglich gleich weit gegen Morgen fortrückt, dennoch aber ihren jährlichen Umlauf um den ganzen Himmel in eben der Zeit, wie die wahre Sonne, vollendet. Man übersieht leicht, daß diese erdichtete Sonne bey ihrem täglichen Umlaufe den Mittagskreis bald früher, bald später, als die wahre Sonne, bisweilen auch zugleich mit der letztern erreichen würde. Die Culmination der erdichteten Sonne würde aber den Augenblick des mittlern Mittags angeben, den die astronomischen Uhren zeigen sollen, so wie die Culmination der wahren Sonne den Augenblick des wahren Mittags bestimmt, den die Sonnenuhren weisen. Der Unterschied zwischen beyden oder die Zeitgleichung giebt also zugleich an, um wie viel die astro-

nomischen Penduluhren im Mittage jeden Tages von den Sonnenuhren abweichen sollen.

Ein mittlerer Sonnentag kan zwar von einem wahren Sonnentage nie viel über 30 Secunden unterschieden seyn; mehrentheils weichen beyde noch weit weniger von einander ab. Da sich aber diese Unterschiede oft mehrere Monate hindurch von Tag zu Tag aufsammlen, so kan ihre Summe, oder die Zeitgleichung selbst, bis über 15 Minuten steigen.

Genauere Berechnungen des wahren Sonnenlaufs zeigen, daß im Februar und November der Unterschied beyder Mittage bis auf 15 Minuten gehe; viermal im Jahre aber, nemlich den 15ten April, 15 Junii, 31 August und 24 December ganz verschwinde, wo folglich beyde Sonnen zugleich in den Meridian kommen würden.

Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung durchs ganze Jahr von 10 zu 10 Tagen so, daß sie zu 12 Uhr hinzugesetzt ist, wenn die erdichtete Sonne früher in den Mittagskreis kömmt; von 12 Uhr abgezogen, wenn die wahre Sonne diesen Kreis eher erreicht. So giebt die Tafel eigentlich an, was eine nach der mittlern Sonnenzeit abgetheilte richtige Penduluhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne im Mittage steht, und die Sonnenuhren 12 zeigen.

Jan.	1	12 U.	4 Min.	Jun.	10	11 U.	59 Min.
	11*	12	8		20	12	1
	21	12	12		30	12	3
	31	12	14	Jul.	10	12	5
Febr.	10	12	15		20	12	6
	20	12	14		30	12	6
März	2	12	12	Aug.	9	12	5
	12	12	10		19	12	3
	22	12	7		29	12	1
Apr.	1	12	4	Sept.	8	11	58
	11	12	1		18	11	54
	21	11	58		28	11	51
May	1	11	57	Oct.	8	11	48
	11	11	56		18	11	45
	21	11	56		28	11	44
	31	11	57				

Nov. 7	11 U.	44 Min.		Dec. 7	11 U.	52 Min.
17	11	45		17	11	57
27	11	48		27	12	2

Genauer geben dies die astronomischen Ephemeriden und Kalender an. In Bode astronomischem Jahrbuche findet man in der dritten Columne der ersten Seite unter der Ausschrift: Mittlere Zeit im wahren Mittage diese Angabe bis auf Zehntel der Secunde für alle Tage des Jahres, z. B. für den 10. Jul. 1786, 12 U. 4 Min. 52, 7 Sec. Auf diese Zeit mußte an selbigem Tage im Augenblicke des Mittags eine Uhr gestellt werden, wenn sie die mittlere Sonnenzeit richtig zeigen sollte.

Die Stadtuhren, Zimmer- und Taschenuhren, welche sich, so viel möglich, nach der Sonne oder bürgerlichen Zeit richten sollen, müssen eigentlich jeden Tag entweder nach der Sonne, oder nach einer richtigen astronomischen Uhr (Probiruhr) gestellt werden. Diese letztere zeigt die mittlere Zeit. Wenn also am 10 Jul. 1786 die Probiruhr 12 U. 4 Min. 52, 7 Sec. zeigte, so war dies der Augenblick, in welchem man die zum gemeinen Gebrauch bestimmten Uhren genau auf 12 Uhr stellen mußte. Man sieht hieraus, daß die Tafel der Zeitgleichung auch im gemeinen Leben zum Stellen der Uhren unentbehrlich ist.

Bode Erläuterung der Sternkunde, I. Theil. §. 184.

Glockenspiel, elektrisches, *Carillon électrique.* Eine Verbindung von einigen Metallglöckchen, an welche die Klöppel durch die elektrische Anziehung anschlagen. Die einfachste Einrichtung zeigt Taf. X. Fig. 48. B ist ein messingenes Gehenk, womit man das ganze Geräth an den Conductor einer Maschine hängen kan. Die zwo Glocken C und E hängen an messingnen Ketten; die mittlere D und die kleinen messingnen Klöppel zwischen CD und DE an seidnen Fäden. Aus der Höhlung der Glocke D geht eine messingne Kette hervor, die am Ende F eine seidne Schnur hat. Läßt man diese Kette auf den Tisch fallen, und elektrisirt den Conductor A, so wird das Glockenspiel so lange läuten, als es elektrisirt bleibt.

Die Glocken C und E werden zuerst elektrisirt, ziehen die Klöppel an, theilen ihnen etwas Elektricität mit, und stoßen sie dann gegen die Glocke D zurück, an welche sie diese Elektricität wieder abgeben, und nun von neuem von C und E angezogen werden, u. s. w. Wenn man die seidne Schnur F angreift, und damit die Kette vom Tische aufhebt, daß die Glocke D nunmehr isolirt ist, so werden die Glocken zwar eine Zeit läuten, aber bald stillstehen, weil D bald eben so viel Elektricität erhält, als C und E, daß also die Klöppel nichts mehr an D abgeben können, mithin auch nicht mehr angezogen werden.

Diese Vorrichtung kan noch auf mancherley Art abgeändert werden. Man kan z. B. eine ganze Reihe von Glocken verbinden, dieselben in einen Kreis stellen u. s. w. Verschiedene solche Abänderungen beschreibt **Adams** (Versuch über die Elektr. Leipz. 1785. gr. 8. 24 Vers. S. 36.). **Franklin** brachte das Glockenspiel an seinen Elektricitätszeiger so an, daß es durch sein Läuten anzeigte, wenn die Luft elektrisch war, s. **Elektricitätszeiger**. Auch der Vorschlag des elektrischen Claviers, s. **Clavier, elektrisches**, beruht auf dem Glockenspiele.

Cavallo Abhandl. der Lehre von der Elektricität, Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 245. u. f.

Glühen, Candere, Excandescere, *Rougir*. Wenn ein Körper so stark erhitzt ist, daß er leuchtet, so sagt man, er **glühe**. Leuchtet auch das, was von ihm ausgeht, so nennt man es eine Flamme, und sagt, der Körper **brenne**. Man kann daher die Flamme einen glühenden Dampf oder eine aus dem brennenden Körper kommende und glühende elastische Materie nennen, s. **Flamme**. Durchs Brennen wird der Körper allezeit zerstört, aber nicht allemal durchs Glühen. Wenn das Glühen den Körper zersetzt, wie bey den Kohlen, dem Eisen u. s. w., so scheint es wohl mit dem Brennen einerley zu seyn, und man kan in solchen Fällen auch durch Anblasen und andere Mittel die Flamme verstärken und sichtbar machen. Feuerbeständige Körper aber, z. B. Quarz, Glas, vollkommne Me-

talle u. dgl. werden durchs Glühen nicht zersetzt, und geben daher gar keine Flamme.

Es ist zum Glühen ein gewisser Grad der Hitze erforderlich, der den zum Schmelzen nöthigen Grad bey manchen Körpern übersteigt, bey andern aber geringer, als der letztere, ist. Manche Körper, z. B. Bley und Zinn, schmelzen, ehe sie glühen, andere, wie Eisen, glühen, ehe sie schmelzen. Das **Rothglühen**, wobey nur rothe und gelbe Lichtstralen ausgehen, erfordert keine so große Hitze, als das **Weißglühen**, wobey alle Arten von Farbenstralen in Bewegung gesetzt werden. Nach den neusten Theorien scheint der Grad der Hitze, welcher zum Glühen verbrennlicher Körper erforderlich ist, der 650ste Grad der fahrenheitischen Scale zu seyn. Hieher setzt wenigstens Herr **de Lüc** seinen **Entzündungspunkt**, (*degré de chaleur brûlante*), und **Kraft** (Comm. Petrop. To. XIV.) hat schon lange vorher bemerkt, daß bey diesem Grade das vorher glühende Eisen im Dunkeln zu leuchten aufhöre.

Gold, Aurum, *Or.* Das vollkommenste, bey den gewöhnlichen Operationen der Chymie unzerstörliche Metall, von einer schimmernden gelben Farbe und großer Dehnbarkeit. Es besitzt die Eigenschaften, welche die Metalle auszeichnen, im höchsten Grade, und ist deswegen von den ältern Chymisten die **Sonne** oder der **König** der Metalle genannt, auch mit ☉ bezeichnet worden. Es ist härter als Zinn, aber weicher als Silber. Seine Dehnbarkeit ist erstaunlich; und man kan nach **Reaumurs** Berechnungen (Mém. de Paris, 1713.) mit einer Unze Gold einen 444 Stunden Weges (lieues) langen Silberfaden genau bedecken und vergolden, s. **Dehnbarkeit**, auch bringen es die Goldschläger in sehr dünne Blättchen. Es hat unter allen Metallen die größte Zähigkeit. Ein Golddrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser trägt, ohne zu reißen, 50 Pfund. Der Wirkung des Wassers und der Luft widersteht das Gold völlig, und jede Unscheinbarkeit seiner Oberfläche kan nur von daran klebenden fremden Materien, nie von einer Zerstörung des Goldes selbst, herkommen.

Es hat die größte specifische Schwere unter allen Metallen, und überhaupt unter allen bekannten Körpern. Sie beträgt bey dem reinsten Golde 19,649mal so viel, als die des reinen Wassers, so daß ein pariser Cubikschuh davon etwa 1348 Pfund wiegt.

Das Gold ist in hohem Grade feuerbeständig. Es wird im Feuer zuerst glühend, und schmelzt dann mit einer sanften grünen Farbe auf der Oberfläche. Allein es leidet dabey nicht den mindesten Abgang, wenn man es gleich, wie **Boyle** und **Runkel**, über einen Monat lang im Glasofen dem Feuer aussetzt. Dennoch wird es durch die Hitze des Brennpunkts großer Brenngläser in einem dünnen Rauche aufgetrieben, der sich an kaltes Silber hängt, und darauf eine wahre Vergoldung bildet. **Homberg** wollte diesen Rauch für den merkurialischen Grundstoff des Goldes halten; aber **Macquer**, **Brisson** u. a. erklären ihn blos für eine Menge feiner, sonst unveränderter, Goldtheilchen.

Unter den mineralischen Säuren lösen die dephlogistisirte Salzsäure (**Scheele** von Luft und Feuer, §. 82.) und die allerstärkste Salpetersäure (**Brandt** schwed. Abhdl. 1748.) das Gold, wiewohl nur schwach, auf. Die eigentlichen Auflösungsmittel des Goldes sind das Königswasser und die Schwefelleber. Das **Königswasser, Goldscheidewasser** (aqua regis, *eau royale*) besteht aus Salzsäure, mit Salpetersäure vermischt, und kan sehr leicht durch Auflösung des Salmiaks in Scheidewasser erhalten werden. Die Auflösung des Goldes darinn hat eine goldgelbe Farbe, färbt die Finger stark violet, und giebt beym Abdampfen die **Goldkrystallen** und den **Goldkalk**. Das Gold kan auch daraus durch sehr viele Mittel, vorzüglich durch Laugensalze, Kalkerden und andere Metalle niedergeschlagen werden. Der durch flüchtiges Alkali bewirkte Niederschlag ist das **Knallgold**; durch das Zinn und Libavs rauchenden Salzgeist wird der **Mineralpurpur** oder das **Goldpräcipitat des Cassius** erhalten. Diese Niederschläge scheinen, wenn sie mit Laugensalzen oder Erden bereitet sind, wahre Goldkalke zu seyn, da die mit Metallen bereiteten blos fein zertrenntes metal-

lisches Gold sind. Sie sind in allen Säuren auflöslich. Der Aether zieht das Gold aus der Auflösung in sich, schwimmt mit ihm auf dem Königswasser, und bildet ein **trinkbares Gold** (aurum potabile).

Die aus fixem Alkali und Schwefel zusammengesetzte **Schwefelleber** löset durch Schmelzung das Gold sogleich auf, zergeht mit demselben, wenn sie kalt ist, im Wasser, und nimmt das Gold mit sich durch das Löschpapier des Filtrums. Dies ist **Stahls** trinkbares Gold; man kan es durch Säuren niederschlagen, wobey zwar nebst dem Golde auch der Schwefel zu Boden fällt, aber durch Feuer weggetrieben, das Gold in metallischer Gestalt zurückläßt.

Das Gold läßt sich mit allen Metallen verbinden. Zu Münzen und Goldschmiedsarbeiten wird es mit Silber und Kupfer, zu Gewinnung aus den Erzen und zu Vergoldungen mit Quecksilber, zur Reinigung von fremden Beymischungen mit Bley und Spießglaskönig verbunden. Es verliert durch alle diese Vermischungen an Geschmeidigkeit, und kan vom Silber nicht anders geschieden werden, als durch Auflösung in Säuren oder Schwefel; von den übrigen Metallen aber reiniget man es durch die Verschlackung derselben mit Bley, Salpeter oder Spießglas, wobey das Gold unzerstört zurück bleibt.

Man sieht wegen der angeführten Erscheinungen das Gold als ein feuerbeständiges, unzerstörbares und unzersetzbares Metall an. Einige Chymisten, z. B. **Kunkel**, geben zwar vor, es verkalkt zu haben, und **Homberg** glaubte, es sey im Brennpunkte des großen Tschirnhausenschen Brennglases in ein violettes Glas verwandelt worden, s. **Brennglas**. **Macquer** bezeugt, daß er selbst ein starkes Korn von diesem Glase erhalten habe, aber er bemerkt auch, daß man darinn durchs Mikroskop eine unzählbare Menge feiner unzersetzter Goldkörner entdecke; er wagt es daher nicht, über die Natur und den Ursprung dieses Glases zu entscheiden. Die Alchymisten behaupten die Möglichkeit, das Gold zu zersetzen, zu zerstören, oder das, was sie seinen Schwefel, seine Tinctur, seine See-

le nennen, herauszuziehen. Sie haben in dieser Absicht erstaunliche Arbeiten unternommen, von denen einige wohl einer Wiederholung und genauern Prüfung werth wären.

Man findet das Gold mehrentheils gediegen; jetzt aber ist außer allem Zweifel, daß es sich auch vererzet antreffen lasse. Der Aedelforser **Goldkies** in Schweden ist ein durch Schwefelkies, und das **Nagyager Golderz** in Siebenbürgen ein durch Wasserbley, Spießglas, röthliche Blende, Silberfahlerz, Schwefel, Eisen und Arsenik vererztes Gold. Es giebt auch außerdem noch mehrere Golderze. Gediegen findet sich das Gold in verschiedenen Gesteinen, vorzüglich aber in Quarz und Kiesel, daher auch im Sande vieler Flüsse, z. B. des Rheins, der Rhone, des Tago, aus welchem es, jedoch nur mit geringem Vortheil, gewaschen wird. Es ist insgemein mit andern Metallen, vorzüglich mit Silber, vermischt. (Man sehe **Gmelins** Einl. in die Mineralogie, Nürnberg, 1780. 8. S. 376. u. f.).

Das Gold dient nicht allein gemünzt zur bequemen Darstellung des Werths aller menschlichen Bedürfnisse; sondern es wird auch seiner Schönheit und Unzerstörlichkeit halber zu Geräthschaften und Schmuck verarbeitet, und zu Vergoldungen gebraucht, welche den Arbeiten ein reicheres Ansehen geben, und sie gegen die Zerstörung durch Luft und Wasser schützen. Man erhält daraus den schönen Mineralpurpur zur Schmelz- und Porcellanmalerey (s. **Levis** Historie des Goldes im Zusammenhange der Künste ꝛc. a. d. Engl. von **Ziegler**, Zürch 1764. gr. 8. I. B. S. 61 — 370). Der Gebrauch der Goldtinkturen in der Arzneykunst beruht auf alchymistischen Träumereyen, und wahrscheinlich ist das Gold, eben wegen seiner Unzersetzlichkeit, ohne alle medicinische Wirkungen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Gold, mit Hrn. **Leonhardi** Anm.

Grade, Gradus, *Degrés*. Wenn man ein Ganzes in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile theilt, so heißt in vielen Fällen jeder solcher Theil ein **Grad**.

In der Meßkunst wird der Umfang eines jeden Kreises

in 360 gleiche Theile oder **Grade** getheilt; man theilt den Grad weiter in 60 **Minuten**, die Minute in 60 **Secunden** u. s. f., und bezeichnet diese Theile mit ° ' ''; so daß die Bezeichnung 51° 19' 47'', 51 Grad 19 Minuten und 47 Secunden ausdrückt. Man bedient sich der Kreisbogen zum Maaße der **Winkel**, und schreibt einem Winkel z. B. die Größe von 90 Graden oder 60 Gr. zu, wenn alle aus seiner Spitze beschriebene Kreisbogen zwischen seinen Schenkeln, 90° oder 60° des ganzen Umkreises halten. Alle zur Winkelmessung bestimmte Werkzeuge enthalten Kreisbogen, welche in Grade, und so weit möglich, in Theile von Graden getheilt sind.

Eben so werden nun auch alle größte Kreise am Himmel und auf der Erde in Grade, Minuten, Secunden u. s. w. getheilt, und ihre Bogen, welche Maaße der Winkel am Auge oder am Mittelpunkte der Kugel sind, werden in solchen Graden und deren Theilen angegeben. Man theilt den Horizont, den Mittagskreis und die übrigen Scheitelkreise, den Aequator, die Ekliptik, die Breitenkreise u. s. f. in Grade ein, wie man unter den Artikeln, die diesen Worten zugehören, ausführlicher finden kan.

Ein **Grad des Mittagskreises** oder des Umfangs der Erdkugel würde also, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre, den 360sten Theil ihres Umfangs ausmachen. Und wäre z. B. der Bogen o d (Taf. VIII. Fig. 2.) ein solcher Grad, so würde der Winkel ZCD, den die beyden Scheitellinien der Orte o und d, nemlich ZC und DC, mit einander machen, auch 1° betragen, weil er durch den Bogen o d gemessen würde. Da aber die Erde abgeplattet ist, wie Taf. VIII. Fig. 4., so findet dies nicht mehr statt, und man nennt nun einen **Grad des Mittagskreises** denjenigen Theil des Umkreises, durch welchen man gehen muß, wenn sich die Richtung der Scheitellinie um 1° verändern soll, z. B. A a und P p, wenn die Richtungen der Schwere, A E und a E, ingleichen P D und p D bey E und D Winkel von 1° machen. Diese Grade sind um die Pole größer und um den Aequator kleiner, s. **Erdkugel**, unter dem Abschnitte: Abgeplattete Gestalt der Erde.

Grade der Länge sind am Himmel Grade der Ekliptik, von dem Anfange derselben, oder von dem Anfange eines Zeichens an bis an den Breitenkreis irgend eines Gestirns gerechnet, s. **Länge der Gestirne**; auf der Erde sind es Grade des Aequators, von dessen Anfange oder vom ersten Meridiane an bis an den Meridian irgend eines Orts gezählet, s. **Länge, geographische.**

Grade der Breite am Himmel sind Grade eines Breitenkreises, von der Ekliptik an gezählt, bis an das Gestirn, dem der Breitenkreis zugehört, s. **Breite der Gestirne**; auf der Erde sind es Grade des Mittagskreises, vom Aequator an bis an den Ort, dem der Mittagskreis zugehört, s. **Breite, geographische.**

Man pflegt auch Werkzeuge, die zu physikalischen Abmessungen dienen, z. B. Thermometer, Hygrometer, Aräometer u. dgl. mit Maaßstäben oder **Scalen** zu versehen, deren Theile **Grade** genannt werden. In dieser Absicht müssen zuerst auf einer solchen Scale zween feste **Punkte** bestimmt werden, bey welchen das Werkzeug zween jedermann verständliche und sich immer gleich bleibende physische Effecte anzeigt, z. B. der Punkt der Siedhitze und der Gefrierpunkt am Thermometer, die Punkte der größten Feuchtigkeit und Trockenheit am Hygrometer u. s. w. Der Abstand dieser Punkte auf der Scale heißt der **Fundamendalraum** (intervallum fundamentale), und wird dann in eine gewisse Menge gleicher Theile oder **Grade** getheilt. Wegen der Bequemlichkeiten der Decimaltheilung wäre es gut, dem Fundamentalraume stets 100 Grade zu geben, wie **Celsius** beym Thermometer, und Mehrere beym Hygrometer gethan haben. Aus andern Absichten aber weicht man hievon ab, so wie Fahrenheit beym Thermometer in 180, Reaumur in 80, del'Isle in 150 Grade theilt, s. **Thermometer, Hygrometer.**

Man nennt alsdann den **Grad der Wärme**, oder der **Temperatur** diejenige fühlbare Wärme, bey welcher das Thermometer den genannten Grad zeigt: **Grad der Feuchtigkeit** diejenige Disposition der Luft, Feuchtigkeit

mitzutheilen, bey welcher das Hygrometer den genannten Grad zeigt. Der Kürze wegen werden auch diese Grade bisweilen mit o bezeichnet, z. B. 32° nach Fahrenheit, obgleich diese Bezeichnung eigentlich nur den Theilen des Kreises zukömmt.

Gravitation, Schwerkraft, allgemeine Schwere, Gravitatio, Gravitas universalis, *Gravitation.* Das Phänomen der Körperwelt, da entfernte Körper sich einander nähern, oder zu nähern streben, ohne daß man eine äußere Ursache davon gewahr wird — die Attraction **entfernter** Körper, s. **Attraction.** So fällt ein freygelassener Körper lothrecht gegen die Erdfläche, das Wasser der Erdkugel erhebt sich gegen den Mond, der Mond selbst ist hinwiederum gegen die Erde schwer, und man findet bey der genauern Betrachtung des Laufs der Planeten, daß sie alle gegen die Sonne und gegen einander selbst **gravitiren** oder **schwer sind.**

Man hat also Ursache genug, dieses wechselseitige Bestreben nach Annäherung für ein allgemeines Phänomen der Körperwelt zu erklären. Es giebt freylich sehr viele Fälle, in welchen es sich gar nicht zu zeigen scheint. Zween neben einander herabfallende Steine z. B. scheinen nicht die mindeste Anziehung gegen einander zu äußern; sie setzen ungestört ihren lothrechten Fall in parallelen Linien fort, ohne durch ihre Gravitation gegen einander selbst näher zusammenzukommen. Aber alle solche Fälle sind bloße Ausnahmen von der Regel. Die Steine gravitiren nemlich gegen die ganze Masse der Erdkugel unendlich stärker, als gegen einander selbst; daher ist ihr Bestreben in lothrechten Linien zu fallen unendlich größer, als ihr wechselseitiges Streben nach Annäherung, und das letztere kan in dem ersten nicht die mindeste merkliche Aenderung bewirken.

Wenn man alles **Kraft** nennt, was Bewegung hervorzubringen strebt, und wenn man insbesondere denjenigen Bestrebungen den Namen der **Schwere** giebt, welche ohne eine sichtbare äußere Ursache einen Körper gegen einen andern entfernten treiben, so führt das erwähnte allgemeine

Phänomen die Namen der **Schwerkraft** und der **allgemeinen Schwere** sehr schicklich. Diese Benennungen sind zwar weit besser gewählt, als der auf irrige Nebenbegriffe führende Name der **Attraction**. Welchen Namen man aber auch wählen mag, so muß man nie vergessen, daß derselbe blos das Phänomen bezeichnen, nicht die physische Ursache desselben angeben soll, welche uns noch bisher gänzlich unbekannt ist. Es muß uns genug seyn zu wissen, und durch unzählbare Erfahrungen bestätiget zu sehen, daß alle im Weltraume vorhandene Materie gegen einander nach gewissen sehr bestimmten Gesetzen schwer ist; wir müssen aber nicht glauben, durch die Worte: **Attraction, Gravitation, Schwerkraft** rc. die Ursache hievon, und den Mechanismus, wodurch die Schwere bewirkt wird, erklärt zu haben.

Der Begrif einer allgemeinen Schwere fand sich schon in den Schulen der griechischen Weltweisen. **Gregory** (Elem. astr. phys. et geometr. in praefat.) hat viele dies beweisende Stellen der Alten gesammelt, wovon aber die meisten vielmehr die Meynung von der Mehrheit der Welten betreffen. **Anaxagoras** schrieb den Himmelskörpern eine Schwere gegen die Erde zu, die er für den Mittelpunkt ihrer Bewegungen annahm, und beantwortete die Frage, warum sie nicht herabfielen, damit, daß ihre Kreisbewegung es verhindere. Aus dem **Lucrez** sieht man, daß die allgemeine Schwere ein Grundsatz des epikureischen Systems gewesen sey. Dieser Dichter zieht daraus (De rer. nat. I. v. 983 sqq.) die kühne Folgerung, daß die Welt ohne Grenzen sey; denn, sagt er, wenn es eine Grenze derselben gäbe, so würden die Körper daselbst gegen keine äußern weiter schwer seyn, also von ihrer Schwere gegen die innern herabgetrieben werden, und längst in der Mitte des Ganzen zusammengekommen seyn.

Praeterea spatium sommaï totius omne
Undique si inclusum certis consisteret oris,
Finitumque foret, jam copia materiaï
Undique ponderibus solidis confluxet ad imum
Nec foret omnino coelum, neque lumina solis;

Quippe ubi materies omnis cumulata jaceret
Ex infinito jam tempore subsidendo.

Copernikus (De revolutionibus orb. coelest. L. I. cap. 9) erklärt die runde Gestalt der Himmelskörper aus dem Bestreben ihrer Theile nach Vereinigung. „Equidem existimo, sagt er, gravitatem non aliud esse, quam „appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem „integritatemque suam sese conferant in formam globi „coëuntes. Quam affectionem credibile est etiam Soli, „Lunae, caeterisque errantium fulgoribus inesse, ut ejus „efficacia in ea, qua se repraesentant, rotunditate permaneant." **Kepler**, der alle seine Vorgänger an Scharfsinn übertraf, gieng noch viel weiter, und erstreckte die Schwere auf den Mond, die Sonne und die Planeten unter einander selbst. In der Vorrede seines berühmten Buchs über die Gestalt der Planetenbahnen (Astronomia nova αἰτιολογητὸς tradita Commentariis de motibus stellae Martis. Prag. 1609. fol.) setzt er folgende Grundsätze der allgemeinen Schwere fest: „Quod gravitas est affectio corporea mutua „inter cognata corpora ad unitionen seu conjunctionem. „Duo corpora non impedita coirent loco intermedio, „quodlibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione; adeoque si Luna et Terra non retinerentur, quaelibet in suo circuitu, Terra ascenderet ad Lunam quinquagesima quarta „parte intervalli; Luna descenderet ad Terram 53 circiter partibus intervalli, ibique jungerentur. Quod „Luna prolectat aquas terrestres; unde fit fluxus, ubi „sunt latissimi alvei Oceani, aquisque spatiosa reciprocandi libertas. Et si Terra cessaret attrahere ad se „aquas suas, aquae marinae elevarentur et in corpus „Lunae influerent." Er vergleicht ferner (ebend. cap. 34.) die Himmelskörper mit Magneten, und beruft sich wegen der Erdkugel auf **Gilbert** (De magnete magneticisque corporibus et magno magnete tellure. Lond. 1600. 4.). „Perbellum equidem attigi exemplum magnetis, et omnino „rei conveniens, ac parum abest, quin res ipsa dici

„possit. Nam, quid ego de magnete, tamquam de „exemplo? Cum ipsa tellus, Guilielmo Gilberto, Anglo, „demonstrante, magnus quidam sit magnes." Bey so bestimmten Aeußerungen über die allgemeine Schwere kan man sich nicht genug verwundern, wie **Kepler** neun Jahre darauf in einem andern Buche (Epitome Astron. Copern. Lentiis ad Danub. 1618. 8.), eine so schlechte und hievon ganz abweichende physische Astronomie vortragen konnte, nach welcher die Sonne den Planeten nur alsdann anzieht, wenn er ihr die freundschaftliche Seite (partem amicam) zukehrt, sonst aber abstößt. Dieser große Astronom und Geometer gab einer lebhaften Einbildungskraft allzusehr nach, um ein guter Physiker zu seyn. Er würde sonst nicht über seinen archetypischen Verhältnissen und harmonischen Proportionen die Entdeckung der wahren physischen Astronomie verfehlt haben, der er doch so nahe war, und von welcher seine vortreflichen Regeln die Grundlage ausmachen.

Die Lesung der Keplerischen Schriften war hinreichend, der Meynung von der allgemeinen und wechselseitigen Schwere mehrere Vertheidiger zu erwecken. **Fermat** gedenkt nicht nur in seinen Schriften der Erklärung der Schwere durch ein gegenseitiges Anziehen, wobey sich ein Körper dem andern so zu nähern sucht, daß der größere den kürzesten Weg macht, sondern er fand auch nach dem Zeugnisse des **P. Mersenne** (Harmon. univers. L. II. prop. 12.) den Satz, daß ein Theilchen zwischen der Oberfläche und dem Mittelpunkte der Kugel weniger gravitirt, weil es die äußern Theile rückwärts anziehen, woraus er schloß, daß die Schwere in dieser Rücksicht, wie der Abstand vom Mittelpunkte abnehme. **Roberval** gab unter dem Namen Aristarch von Samos ein Buch heraus (*Arist. Samii* de mundi systemate liber singularis, Paris. 1644. 4.), worinn er allen Theilen der Materie die Schwere gegen einander als eine wesentliche Eigenschaft beylegt, welche mache, daß sie sich zu runden Massen bilden.

Niemand aber hat vor Newton die Lehre von der Gravitation so allgemein übersehen, als **D. Hook** (An attempt to prove the motion of the Earth, London, 1674.

4.). „Ich will, sagt er (p. 27.), ein Weltsystem erklä„ren, das von allen andern unterschieden ist, aber mit „den Sätzen der Mechanik vollkommen überein„stimmt. Es gründet sich auf folgende drey Voraussе„tzungen, 1) daß alle Himmelskörper, nicht allein gegen „ihren eignen Mittelpunkt, sondern auch wechselseitig ge„gen einander selbst, innerhalb ihrer Wirkungskreise, schwer „sind, 2) daß alle Körper, die eine einfache und geradlinig„te Bewegung haben, dieselbe in gerader Linie fortsetzen, „wenn nicht irgend eine Kraft sie beständig ablenkt, und „zwingt, einen Kreis, eine Ellipse oder eine andere zusam„mengesetztere Curve zu beschreiben, 3) daß die Anziehung „desto stärker wird, je näher der anziehende Körper ist.“ Er setzt hinzu, das Gesetz, nach welchem diese Kraft zunehme, habe er noch nicht untersucht, es könne aber dessen Entdeckung der Sternkunde sehr nützlich seyn. Dennoch konnte er dasselbe nicht angeben, ob er gleich durch versprochne Belohnungen dazu aufgefordert ward, und hat in der Folge sich vergeblich bemüht, den Ruhm dieser großen Erfindung mit **Newton** zu theilen, von dessen erhabnen Demonstrationen seine Muthmaßungen noch sehr weit abstehen.

Die Entdeckung des **Gesetzes der Gravitation** war **Newton** vorbehalten. **Gregory** (Praefat. Elem. Astron. phys. et geom.) behauptet zwar, es sey dieses Gesetz schon dem **Pythagoras** bekannt gewesen, der es aus den musikalischen Intervallen geschlossen habe. Allein die angeführten historischen Zeugnisse beweisen nichts weiter, als daß Pythagoras die Verhältnisse der Intervallen gekannt, und viel von einer Harmonie der Sphären gesprochen habe: man muß im Schließen über große Lücken springen, wenn man hieraus eine Kenntniß des Gesetzes der Schwere folgern will. Die Geschichte von Newtons Entdeckung wird von seinem Zeitgenossen **Pemberton** (A view of Sir Isaac Newton's Philosophy, London. 1728. 4. Preface) auf folgende Art erzählt. Die ersten Vorstellungen von Newtons System entstanden in ihm 1666, da er durch die Pest genöthiget war, sich von Cambridge wegzu-

begeben. Er gieng ganz allein in einem Garten spatzieren, und beschäftigte sich in Gedanken mit Betrachtung der Schwere. Diese Kraft, dachte er, nimmt nicht merklich ab, wenn man sich auf die Gipfel der höchsten Berge begiebt; warum sollte sie sich nicht noch weiter und bis zum Monde erstrecken? Wenn aber dieses wirklich ist, so muß sie auf die Bewegung des Monds einen Einfluß haben; vielleicht dient sie, den Mond in seiner Bahn zu erhalten. Und wenn sie gleich in geringen Entfernungen nicht merklich geschwächt wird, so kan sie doch wohl in der Weite des Monds gar sehr verringert werden.

Um nun zu einer Bestimmung des Gesetzes dieser Verringerung zu gelangen, dachte er ferner, wenn die Schwere gegen die Erde den Mond in seiner Bahn erhielte, so würden auch die Planeten durch ihre Schwere gegen die Sonne, und die Jupitersmonden durch ihre Schwere gegen den Jupiter, in den ihrigen erhalten werden. Wenn man aber die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derselben vergleicht, so findet man, daß sich die Schwungkräfte bey ihrer Bewegung, mithin auch die Centripetalkräfte, die jenen das Gleichgewicht halten, **im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen** befinden. Eben so ist es bey den Jupitersmonden. Er schloß hieraus, die Kraft, welche den Mond in seiner Bahn erhalte, werde die nach diesem Verhältnisse verminderte Schwere, und also (da der Mond 60mal weiter vom Mittelpunkte der Erde absteht, als die Körper auf der Erdfläche) 3600mal geringer, als die Schwere an der Erdfläche seyn. Dem zu Folge müßte der Mond in einer Minute Zeit nur durch $\frac{1}{3600}$ des Raums fallen, welchen die fallenden Körper bey uns in einer Minute beschreiben, und welcher $3600 \times 15\frac{1}{2}$ Fuß beträgt, s. **Fall der Körper**; d. i. der Mond müßte durch $15\frac{1}{2}$ Fuß fallen.

Diese Größe aber, um welche sich der Mond in einer Minute der Erde nähern würde, wenn er der Schwere allein folgte, macht bey seiner Centralbewegung den Quersinus des Bogens aus, den er während einer Minute beschreibt, und welcher 32'' 56''' der ganzen Bahn beträgt.

Newton berechnete nun den Queersinus dieses Bogens für einen Kreis von 60 Erdhalbmessern, nahm aber dabey, weil er keine Bücher zur Hand hatte, und ihm **Norwoods** genauere Erdmessung vom J. 1635 nicht bekannt war, nach der damaligen gemeinen Art den Grad des Mittagskreises 60 englische Meilen, also den Erdhalbmesser 3430 Meilen an, welches viel zu klein ist, und daher den gedachten Queersinus nur $13\frac{1}{3}$ Fuß giebt. Viele Naturforscher würden sich darüber hinausgesetzt, und ihr Gebäude immer weiter aufgeführt haben. Aber dieser vortrefliche Philosoph, der nicht Systeme, sondern Wahrheit suchte, warf seine so schön verbundnen Muthmaßungen sogleich von sich, als sie ihm mit den Beobachtungen zu streiten schienen.

Erst nach zehn Jahren ward er durch einen Brief des D. **Hoock** zu einer Untersuchung veranlasset, bey welcher ihm seine ehemaligen Berechnungen über die Schwere des Monds wieder einfielen. Inzwischen war **Picards** Gradmessung in Frankreich bekannt geworden, nach welcher der Grad 57060 Toisen, d. i. nicht 60, sondern $69\frac{1}{2}$ englische Meilen hielt. Dies gab den Halbmesser der Erde weit größer, und für den Queersinus des Bogens von 32'' 56''' in einem Kreise von 60 Erdhalbmessern genau die $15\frac{1}{2}$ Fuß, um welche der Mond in einer Minute Zeit sich der Erde nähern mußte; zum Beweise, daß die Schwere gegen die Erde sich bis zum Monde wirklich zeige, und im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung abnehme.

Newton untersuchte nunmehr mit Hülfe der Geometrie, welche Curve ein geworfener Körper beschreibe, wenn er stets nach einerley Punkte gezogen wird, und sich diese Kraft verkehrt, wie das Quadrat des Abstands von diesem Punkte, verhält. Er fand anfänglich, daß bey jedem Gesetze der Kraft die vom Radius vector beschriebenen Flächenräume den Zeiten proportional seyn müßten; und dann, daß bey dem angenommenen Gesetze die Curve ein Kegelschnitt, und der Punkt, nach welchem die Kraft gerichtet ist, ein Brennpunkt desselben sey. Da nun dies nach den **Keplerischen Regeln** gerade der Fall beym Laufe der

Planeten ist, so schloß er, daß auch die Planeten durch eine ähnliche Schwerkraft gegen die Sonne getrieben würden, und daß sich diese umgekehrt, wie die Quadratzahl ihres Abstandes, verhalte.

Einige Jahre darauf reisete D. Halley nach Cambridge, um Newton zu besuchen. Dieser berühmte Gelehrte sahe den Werth von Newtons Entdeckungen sogleich ein, und lag ihm an, sie in den Transactionen bekannt zu machen. Bald darauf aber gieng er noch weiter, und ermunterte ihn in Verbindung mit der königlichen Societät, alles noch mehr zu entwickeln, und seine schönen mechanischen Theorien mit der Erklärung der himmlischen Bewegungen zu verbinden. Halley erbot sich sogar, die Ausgabe zu besorgen. Diese Bitten, und, wenn man so sagen darf, Zunöthigungen überwanden endlich Newtons allzugroße Bescheidenheit, und beschleunigten die Herausgabe seines unsterblichen Werks, welches im Jahre 1687 unter dem Titel: Philosophiae naturalis principia mathematica, Lond. 4. erschien. Newton soll den größten Theil des Inhalts in einer Zeit von 18 Monaten erfunden und in Ordnung gebracht haben. Dieses vortrefliche Buch fand auf dem festen Lande anfänglich nicht den verdienten Beyfall; man hatte noch kaum die sinnlosen Erklärungen der Scholastiker verlassen, und sich in dem Systeme der cartesianischen Wirbel, das doch wenigstens mechanisch und verständlich war, festgesetzt; es schien also hart, dieses so bald wieder verlassen zu müssen.

Die Idee der allgemeinen Schwere ist nicht blos Hypothese; sie ist eine durch Analogie und Untersuchung der Phänomene bestätigte Thatsache. Die ungestörte und ohne Schwächung fortdaurende Bewegung der Planeten zeigt, daß der Himmelsraum keine merklich widerstehende Materie enthalte, und **Newton** bewieß, daß ein Fluidum, wie **Descartes** Materie der Wirbel, die Bewegung der Himmelskörper in kurzer Zeit vernichten müßte. Dennoch werden die Räume des Himmels nach allen Richtungen von den Kometen frey durchschnitten; und so fein und aufgelöset man auch ein solches Fluidum annimmt, so bleibt

doch, wenn man ihm die nemliche Masse giebt, immer der nemliche Widerstand, wie selbst die eifrigsten Cartesianer einräumen müssen, s. **Wirbel**.

Die Bewegung der Himmelskörper kan also nicht Wirkung einer circulirenden Materie, sie muß Folge einer **mitgetheilten Bewegung** seyn. Nun aber weicht der einmal bewegte Körper nicht von der geradlinigten Richtung ab, wenn ihn nicht irgend eine Kraft davon entfernt. Daher müssen die Planeten, welche in krummen Linien um die Sonne laufen, nothwendig alle Augenblicke durch eine Kraft von der geraden Linie abgelenkt werden. Auch muß diese Kraft nach der Sonne gerichtet seyn. Denn es ist ein erwiesener Lehrsatz der Mechanik, daß, wenn ein Körper um irgend einen Punkt Flächenräume, die den Zeiten proportional sind, beschreibet, sich die ablenkende Kraft nach diesem Punkte richten müsse. So ist erwiesen, daß die Planeten durch die fortdaurende Wirkung eines anfänglichen Stoßes, verbunden mit einer stets wirkenden Kraft nach der Sonne, getrieben werden. Eben so ist es mit den Nebenplaneten, und am Ende mit allen Theilen der Himmelskörper beschaffen, welche alle mit einer der Masse proportionalen Kraft sich zu vereinigen streben. Diese Kraft ist die **allgemeine Schwere**, von deren Daseyn uns also unläugbare Erfahrungen überzeugen.

Herr **de la Lande** (Astron. Handbuch, §. 999.) giebt folgende Phänomene an, von welchen jedes einzeln betrachtet, schon hinreichend seyn würde, das Daseyn der Gravitation zu beweisen, 1. die Ebbe und Fluth, s. **Ebbe**; 2. die Ungleichheiten der Mondslaufs, welche sichtbarlich von der Gravitation gegen die Sonne herrühren, s. **Mond**; 3. die Bewegung det Planeten um die Sonne, s. **Centralbewegung**; 4. die elliptische Gestalt aller um die Sonne gehenden Bahnen, s. **Kometen**; 5. das Vorrücken der Nachtgleichen; 6. das Wanken der Erdaxe, von welchen Erscheinungen unter eignen Artikeln gehandelt wird; 7. die Perturbationen, welche die Planeten in ihrem Laufe durch ihre wechselseitige Einwirkung leiden, s. **Planeten**; 8. die Ungleichheiten des Laufs der Kometen, s.

Kometen; 9. die abgeplattete Gestalt der Erde und des Jupiters, s. **Erdkugel**; 10. die anziehende Kraft der Berge gegen das Pendel, wovon noch in diesem Artikel zu reden ist; 11. eine kleine Aenderung der Breite der Fixsterne wegen der Gravitation der Erde gegen den Jupiter (die jedoch blos auf einer Muthmaßung von **Euler** beruht); 12. das Abnehmen der Schiefe der Ekliptik, s. **Schiefe der Ekliptik**; 13. die Bewegung der Apsidenlinien aller Planeten; 14. die Bewegung aller Knotenlinien; 15. die Ungleichheiten des Laufs der Jupitersmonden. Von diesen funfzehn Erscheinungen können die meisten in dem System der Wirbel und des vollen Raumes gar nicht erklärt werden, dagegen sie aus dem Gesetze der Gravitation als nothwendige Folgen abfließen.

Das in der Natur wirklich statt findende Gesetz der Gravitation ist folgendes: **Die Gravitation des Körpers** A **gegen** B **verhält sich direct, wie die Masse von** B, **und umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung beyder Körper** A **und** B (est in ratione composita ex directa massarum et subduplicata distantiarum). Hat z. B. A 6mal mehr Masse, als B, und ist vom Körper C doppelt so weit entfernt, als B, so wird C $\frac{6}{4}$ oder $1\frac{1}{2}$mal stärker gegen A gravitiren.

Newton ist nie so weit gegangen, daß er die Schwere nebst diesem ihrem Gesetze als eine **wesentliche Eigenschaft** der Materie angesehen hätte. Er verbittet dies vielmehr (Princip. L. I. Sect. II.), und macht in seinen der Optik beygefügten Fragen (Quaest. 21. 22.) sogar einen Versuch, die Schwere aus den Stößen des Aethers herzuleiten, s. **Aether**. Man hat ihn daher mit Unrecht beschuldiget, daß er durch die Attraction eine von den verborgnen Qualitäten der Scholastiker wieder einführe. Diese waren zu tadeln, wenn sie zu Erklärung eines jeden besondern Phänomens eine neue Eigenschaft ersannen; Newton aber verdient vielmehr Beyfall, wenn er so viele besondere Phänomene aus einem einzigen allgemeinen ableitet. Seine Schüler giengen freylich weiter, als er, wie ich schon bey dem Worte: **Attraction** bemerkt habe; auch kan dies

nicht ganz ohne sein Vorwissen geschehen seyn, da er im Jahre 1713, als **Cotes** seine Principien herausgab, noch am Leben war; dagegen sind aber auch viele seiner Nachfolger, z. B. **Maclaurin**, den ältern Vorstellungen getreu geblieben.

Man setzt sich sehr starken Einwürfen aus, wenn man die allgemeine Schwere als eine mit der Materie wesentlich verbundne Eigenschaft (*qualité inhérente*) behaupten will. Fürs erste wird dadurch alle weitere Untersuchung abgebrochen, und es bleibt nichts mehr zu sagen übrig, als daß Gott der Materie einmal diese Eigenschaft beygelegt und diese Gesetze vorgeschrieben habe. Dies ist nun keine Erklärung mehr; dennoch ist das Phänomen der wechselseitigen Näherung, nach dem verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung, noch nicht **einfach** genug, und führt noch zu viel besondere Bestimmung bey sich, als daß man alle Bemühung, es zu erklären, aufgeben sollte. Man ist ja immer noch begierig zu wissen, warum sich die Gravitation nicht nach dem Abstande selbst, oder nach dessen Würfel, sondern gerade nach dem **Quadrate**, richte. Darauf antworten: es sey des Schöpfers Wille so gewesen, heißt eigentlich sagen: man wisse die Ursache nicht, glaube sie aber zu wissen. Herr **Lichtenberg** bemerkt hiebey sehr schicklich, was man nicht wisse, könne man noch lernen; was man nicht wisse, aber zu wissen glaube, lerne man entweder nie, oder doch nicht ohne unangenehme Demüthigung.

Ferner sieht man schwerlich ein, wie zween von einander entfernte Körper ohne ein Zwischenmittel auf einander wirken sollen. „Wer kan begreifen, sagt Herr **de Lüc** (Briefe über die Geschichte der Erde ꝛc. I. Theil. Num. XI.) „daß ein Körper da wirken soll, **wo er nicht ist**? Zwey „Theilchen der Materie sind entfernt von einander und ohne „alle **materielle** Verbindung, und doch soll sich eins um „des andern willen bewegen! Und ohne daß beyden etwas „wiederfährt, soll sich das eine viermal geschwinder bewe„gen, wenn es dem andern doppelt so nahe gekommen ist! „Welche Zauberkraft mag ihnen diese Bestimmung geben?

„Um der geringen Entfernung willen (welche Nichts ist, „wenn man kein Zwischenmittel annimmt) soll die Be„strebung genau nach einem gewissen Verhältnisse zuneh„men? Dies ist mehr als unverständlich. — Theile des „Monds und der Erde sollen ohne Mittel blos durch den „Zauber des Worts: **Schwere, wesentliche Eigen„schaft aller Materie**, in einander wirken. Selbst, „wenn die Materie Verstand hätte und durch Bewegungs„gründe bestimmt würde, müßte man doch noch Boten an„nehmen, durch die sie von der Gegenwart anderer Körper, „von ihrer Masse, Lage und Entfernung benachrichtiget „würde, ehe sie sich nach ihnen hin bewegen könnte."

Endlich macht man, wenn man den einzigen Grund in dem Willen des Schöpfers sucht, die ganze Schöpfung zu einer beständigen Reihe von Wunderwerken. Es ist zwar gefährlich, über das zu streiten, was Gott thun kan, und wirklich thut; allein die Anziehung für eine unmittelbare Folge des göttlichen Willens halten und keinen weitern Grund derselben in der Natur der Körper suchen, das ist doch eben so viel, als sagen, daß Gott selbst den Stein führe, der auf die Erde fällt.

Herr von **Maupertuis** (Sur les differentes figures des astres, in dessen Oeuvres, à Lyon, 1768. gr. 8. To. I. p. 96. sq.) sucht zwar die Möglichkeit des Satzes, daß die Gravitation eine wesentliche Eigenschaft der Körper sey, zu vertheidigen. Diejenigen, sagt er, welche die Attraction für ein metaphysisches Ungeheuer ansehen, gleichen dem Pöbel, der alles für unmöglich hält, wovon er noch keinen Begriff gehabt hat, und dabey Dinge übersieht, die ihm eben so unbegreiflich scheinen würden, wenn er sie nicht täglich vor Augen hätte. — Kennen wir denn etwa die Natur des Stoßes, und der Mittheilung der Bewegungen besser? Müssen wir nicht dabey eben sowohl gestehen, daß es Gott ist, der nach den zur Erhaltung der Welt geordneten Gesetzen, den gestoßnen Körper in Bewegung kommen und den stoßenden seine Bewegung ändern läßt? Warum sollen wir denn nicht auch sagen, es sey Gott, der nach den geordneten Gesetzen dieses Bestreben nach Annäherung statt

finden und daraus Bewegung entstehen läßt? So liegt in dem Satze, daß die Anziehung wesentlich sey, keine metaphysische Unmöglichkeit. Es wäre lächerlich, den Körpern andere Eigenschaften beyzulegen, als die die Erfahrung lehret; aber es ist vielleicht noch lächerlicher, aus der geringen Anzahl von Eigenschaften, die wir noch kaum an ihnen kennen, dogmatisch über die Unmöglichkeit jeder andern Eigenschaft zu entscheiden; gerade als ob wir den Maaßstab für die Fähigkeiten der Gegenstände hätten, von denen uns doch weiter nichts bekannt ist, als eine geringe Anzahl Eigenschaften.

Allein diese Vertheidigung scheint mir doch die Einwürfe bey weitem nicht zu heben. Man muß zuletzt allemal auf eine Ursache außer der Welt, d. i. auf den Schöpfer kommen; nur darf dies nicht eher geschehen, als bis die Phänomene ganz einfach, und von zufälligen Bestimmungen frey sind, und bis die Gesetze sich aus den bekannten Eigenschaften der Körper als Folgen herleiten lassen. Dies ist der Fall beym Stoße; aber er scheint es noch nicht bey der Gravitation zu seyn.

Da inzwischen diese Einwürfe Newtons Theorie selbst gar nicht treffen, so wie viele andere, welche der P. **Gerdil** (Diss. sur l'incompatibilité de l'attraction et de ses differentes loix avec les phénomenes) mit vieler Stärke und Bescheidenheit vorgetragen hat, so will ich noch einen andern beyfügen, den **Johann Bernoulli** (Nouvelle physique céleste, §. 42. in Opp. Lausannae et Genevae, 1742. 4. To. III. p. 299.) wider das Gesetz der Gravitation selbst gerichtet hat. Es ist folgender. „Die Dichte „oder Menge der Stralen, welche von dem anziehenden „Körper ausgehen, und ein Elementartheilchen der Mate„rie ergreifen, muß nach der Masse desselben, nicht nach „der Oberfläche, geschätzt werden; hieraus folgt, daß die „anziehende Kraft abnehmen müsse wie der Würfel, nicht „aber, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, wor„aus sich leicht folgern läßt, daß die ganzen Massen der „Planeten nach eben diesem Gesetze gegen die Sonne gra„vitiren müssen.“ Dieser Einwurf aber setzt voraus, daß

die Gravitation Wirkung eines Ausflusses sey, der sich in Form von Stralen um einen Mittelpunkt verbreitet, welche Voraussetzung Newtons Vertheidiger gar nicht zuzugeben genöthiget sind. Es haben zwar einige Newtonianer das Gesetz der Gravitation mit dem Gesetze der Abnahme des Lichts verglichen, welches wirklich durch Stralen aus einem Mittelpunkte gebildet wird; allein diese Vergleichung ist kein wesentlicher Theil des Systems, und sehr wenig passend, da das Licht nur die Oberfläche erleuchtet, die Gravitation aber die ganze Masse betrift. Wer überhaupt die Ursache des Phänomens unentschieden läßt, darf auch nicht zugeben, daß es durch Stralen aus dem anziehenden Körper bewirkt werde, alsdann aber fällt die ganze Stärke des Einwurfs hinweg.

Ich komme nunmehr auf die newtonische Theorie selbst. Sind alle Theile der Materie gegen einander schwer, so muß jeder Körper gegen alle Theile eines andern gravitiren, und also auf diesen andern zu mit einer Kraft und Richtung gehen, welche aus den Kräften und Richtungen gegen alle Theile desselben zusammengesetzt ist. Newton beweiset (prop. 71 et 77.), daß diese Richtung in zween Fällen gegen den Schwerpunkt der ganzen Masse des andern Körpers gehe, 1. wenn sich die Schwere, wie der Abstand, verhält, 2. wenn sie sich verkehrt, wie das Quadrat des Abstands verhält, der Körper aber kugelförmig ist, und in gleichen Abständen vom Mittelpunkte gleiche Dichtigkeit hat. In diesen zween Fällen kan man die ganze Masse im Schwerpunkte versammlet annehmen, und im leztern Falle die Gravitation durch $\frac{M}{D^2}$ ausdrücken, wenn M die Masse des anziehenden Körpers, D des angezognen Abstand von jenes Schwerpunkte ist.

Befindet sich aber der angezogene Körper innerhalb der anziehenden Kugel, wie ein Stein im Innern der Erde, so wird er (prop. 73.) im Verhältnisse seines Abstandes vom Mittelpunkte angezogen, und die Schwere nimmt in eben dem Verhältnisse ab, in welchem er dem Mittelpunk-

te näher kömmt. Im Innern einer **hohlen** Sphäre heben sich die Anziehungen von allen Seiten auf (prop. 70.).

Zwo Kugeln gravitiren in den vorerwähnten beyden Fällen so gegen einander, als ob ihre ganzen Massen in ihren Schwerpunkten wären (pr. 75.). Bey allen andern Gesetzen der Gravitation würden die ganzen Kugeln nicht einerley Gesetz mit den einzelnen Theilen befolgen; denn dies ist ein besonderer Vorzug der gedachten beyden Fälle, in welchem auch **Maupertuis** (Mém. de Paris 1737.) die Ursache finden will, warum der Schöpfer das Gesetz des umgekehrten Verhältnisses der Quadrate gewählt habe.

Aus diesem Gesetze lassen sich nun, wenn man blos die Gravitation gegen die Sonne betrachtet, die elliptischen Bewegungen der Planeten so ableiten, wie bey dem Worte: **Centralbewegung** (Th. I. S. 474. u. f.) gezeigt worden ist. Da aber die Schwere wechselseitig ist, so gravitirt auch die Sonne gegen die Planeten (Newt. L. I. Sect. XI.) und ist daher nicht ganz unbeweglich. Liefe nur ein Planet um sie, so würden beyde um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt ähnliche Ellipsen beschreiben. Kömmt noch ein dritter hinzu, so wird die Auflösung verwickelter, und macht einen Fall der berühmten **Aufgabe von drey Körpern** aus. So läßt sich übersehen, daß in unserm Sonnensystem die Planeten nicht um den Mittelpunkt der Sonne, sondern um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller dazu gehörigen Körper laufen, welches der einzige unbewegliche Punkt des Systems ist. Die Sonne selbst bewegt sich um denselben, aber ihre überwiegend große Masse macht, daß dieser Schwerpunkt ihrem Mittelpunkte sehr nahe liegt, daher ihre Bewegung unmerklich wird. Inzwischen ändert sich dadurch das Gesetz des gleichen Verhältnisses der Flächenräume und der Zeiten ein wenig, und es kömmt daher die Bewegung der Apsiden und der Knotenlinien (Newton L. III. prop. 14. Schol.).

Bey dem Laufe der Monden um ihre Hauptplaneten bewirkt ebenfalls die Schwere gegen die Sonne große Abweichungen. Diese machen den zweyten Fall der Aufgabe von drey Körpern aus. Es ist z. B. nicht die Erde selbst,

sondern ihr und des Monds gemeinschaftlicher Schwerpunkt, der in einer elliptischen Bahn um die Sonne läuft, indeß sowohl der Mond, als auch die Erde monatliche Umläufe um diesen Schwerpunkt machen. Hierauf muß bey der Bestimmung des wahren Orts der Erde in den astronomischen Rechnungen Rücksicht genommen werden, denn da dieser Schwerpunkt $1\frac{1}{2}$ Erdhalbmesser vom Mittelpunkte der Erde absteht, so kan in den Quadraturen des Monds die Erde um so viel voraus, oder zurückgeblieben seyn, und der Ort der Sonne sich um $1\frac{1}{2}$ Sonnenparallaxen, d. i. 12'' ändern.

Eine der sinnreichsten Anwendungen der newtonischen Theorie ist die Bestimmung der **Massen** der Himmelskörper (L. III. prop. 8.). Man kan sich bey Kugeln und bey dem wirklich stattfindenden Gesetze der Anziehung die ganze Masse im Mittelpunkte versammelt gedenken, und also aus der Stärke der Gravitation auf die Masse des anziehenden Körpers schließen. Die Stärke der Gravitation aber verhält sich, wie der Raum, durch welchen der schwere Körper in einer bestimmten Entfernung, die wir $= b$ setzen wollen, in der ersten Secunde herabfällt. Nun ist nach dem, was beym Worte **Centralbewegung** (Th. I. S. 474—480.) erwiesen ist, wenn T die Umlaufszeit, A die große Axe der Bahn, a die Entfernung am Ende der großen Axe, e den Raum des Falls in 1 Secunde in der Entfernung a bedeutet (nach S. 480. Num. V.)

$$T = \frac{\pi A \sqrt{A}}{2a\sqrt{e}}; \text{ mithin } e = \frac{\pi^2 A^3}{4a^2 T^2}$$

Mithin ist der Fallraum in 1 Sec. für die Entfernung b (weil sich diese Räume umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen, oder wie $b^2 : a^2$ verhalten müssen)

$$= \frac{ea^2}{b^2} = \frac{\pi^2 A^3}{4b^2 T^2}.$$

Da nun π und b bestimmte unveränderliche Größen sind, so wird sich dieser Fallraum, mithin auch die Gravi-

tation und die **Masse** des anziehenden Körpers wie $\frac{A^3}{T^2}$ verhalten, d. h. **die Massen verhalten sich, wie die Cubikzahlen der Axen von den Bahnen, dividirt durch die Quadratzahlen der Umlaufszeiten.**

Nun läuft die Erde um die Sonne, der Mond um die Erde; jene Bahn hat ungefähr eine 400mal größere Axe und eine etwa 13mal größere Umlaufszeit als diese; daher muß die Sonne $\frac{400^3}{13^2}$ mal d. i. ohngefähr 378000mal mehr Masse, als die Erde haben. **Newton** giebt aus andern Datis die Zahl 169282; **de la Lande** nach genauern Bestimmungen 365412 an. Eben so bestimmt **Newton** aus den Axen und Umlaufszeiten der Jupiters- und Saturnsmonden die Massen der beyden Hauptplaneten auf $\frac{1}{1067}$ und $\frac{1}{3021}$ von der Masse der Sonne.

Die Massen, durch die Volumina oder körperlichen Räume dividirt, geben die Verhältnisse der Dichtigkeiten, s. **Dichte**. So findet er die Dichten für Sonne, Jupiter, Saturn und Erde wie 100, $94\frac{1}{2}$, 67 und 400. Er sucht endlich die Schweren auf den Oberflächen derselben, welche sich, wie die Gravitationen oder Massen, dividirt durch die Quadrate der Halbmesser, verhalten, und findet diese, wie 10000, 943, 529 u. 435, daß also ein Körper auf der Oberfläche der Sonne 23mal schwerer seyn und in der ersten Secunde 23mal weiter fallen würde, als auf der Erdfläche. Statt der Zahlen, welche hier blos zu Beyspielen dienen, werden bey dem Artikel: **Weltsystem** genauere angegeben. Was die übrigen Planeten betrifft, so mangelt uns, da sie keine Monden haben, ein Glied der Kette; Newton aber vermuthet, daß sie nach dem Verhältnisse ihrer Erwärmung desto dichter sind, je näher sie der Sonne kommen, und setzt also z. B. den Merkur 7mal so dicht, als die Erde. Die Schwere nach dem Monde bestimmt er aus den Phänomenen der Ebbe und Fluth, und findet die Masse

des Monds 40mal kleiner als die Masse der Erde, seine Dichte hingegen zu der Dichte der Erde, wie 11:9.

Von diesen Theorien hängen nun alle die Erscheinungen ab, welche ich oben aus **de la Lande** als Beweise für das System der Gravitation angeführt habe. Jede derselben macht einen besondern Zweig von Anwendungen aus, an welchen dieses System so fruchtbar ist, und welche die neuern Geometer und Astronomen so vollständig ausgeführt und so übereinstimmend mit den Beobachtungen gefunden haben, daß das System der allgemeinen Schwere nichts mehr von dem Wechsel der Zeiten und Meynungen zu fürchten hat.

Auch ist dieses System in neuern Zeiten nicht weiter mit erheblichen Gründen bestritten worden; denn diejenigen, welche dagegen schreiben, ohne es zu kennen, verdienen hier keine Erwähnung. Im Monat Junius des Jahrs 1769 erschien im Journal de beaux arts et de sciences, welches damals der Abt **Aubert** sammelte, ein Brief aus Faucigny, worinn ein gewisser **Coultaud**, der sich *ancien Professeur de Physique à Turin* unterzeichnet hatte, die Versicherung gab, durch wiederholte Versuche in den dasigen Gebirgen die Schwere in der Höhe größer, als am Fuße der Berge gefunden zu haben, weil das Pendel in einer Höhe von 1085 Toisen dem am tiefern Standorte binnen 2 Monaten um 27 Min. 20 Sec. vorgeeilt sey. Er berechnete aus diesem Versuche, den er das Grab der Attraction und ihrer Gesetze nennt, daß die Schwere im Verhältnisse der Entfernung von der Erde zunehmen müsse, worauf der P. **Bertier** ein eignes, der newtonischen Theorie entgegengesetztes, System baute. Es folgte im December 1771 ein zweyter Brief eines gewissen **Mercier** in Sitten an Herrn **Gesner** in Zürich, der eben dies durch neue Versuche bestätigte. Die Sache erregte einiges Aufsehen, und **d'Alembert** bewieß schon, daß es in den Gebirgen Stellen geben könne, wo selbst nach Newtons Gesetzen das Pendel in der Höhe schneller, als unten, schwingen müsse. Endlich fand sich bey genauerer Nachfrage, daß das ganze Vorgeben ein Gewebe von Lügen sey, daß die erzählten

Versuche nie angestellt worden, und sich weder ein Professor Coultaud in Turin, noch ein Mercier in Sitten befinde. **De Lüc** (Briefe über die Geschichte der Erde rc. I Th. 45. Brief), der selbst diesen Betrug entdecken half, erzählt die Geschichte desselben sehr umständlich.

Die neuste Bestätigung hat das System der Gravitation durch **Maskelyne's** Beobachtungen und Messungen am Berge **Shehallien** in Schottland erhalten. Die Schwere gegen die Erde ist zwar so groß, daß sie die besondern Gravitationen der Erdkörper gegen einander selbst unmerklich macht, wie der Sturmwind einen leichten Hauch, um mit **Maupertuis** zu reden. Dennoch können diese besondern Gravitationen merklich werden, wenn sie gegen Körper gerichtet sind, deren Massen ein merkliches Verhältniß gegen die ganze Masse der Erde haben. So fanden schon **Bouguer** und **de la Condamine**, daß der Berg **Chimboraco** in Quito das am Quadranten hangende Bleyloth gegen sich von der lothrechten Linie abzog. Sie bestimmten durch mehrere auf der Nord- und Südseite des Berges gemessene Höhen der Sterne die Abweichung des Bleyloths auf 7'' bis 8''. Diese Beobachtungen erregten den Wunsch, die Anziehungen mehrerer Berge zu messen, um dadurch auf die mittlere Dichte der Erdkugel schließen zu können. Der königliche Astronom zu Greenwich, **Nevil Maskelyne** legte der Societät zu London einen Plan dazu vor, den er auch im Sommer 1774 ausführte (Philos. Trans. Vol. LXV. for 1775. no. 48. 49.). Der Berg Shehallien in Pertshire schien dazu vorzüglich geschickt, weil er hoch ist, einzeln steht, sich weit von Osten nach Westen streckt, dagegen aber von Norden nach Süden steil ist, und eine schmale Grundfläche hat. Es kam darauf an, südlich und nördlich vom Berge die Abstände einiger Fixsterne vom Scheitel zu messen. Denn um wieviel bey der südlichen Beobachtung der Berg das Bleyloth von der Scheitellinie abgezogen hatte, um soviel mußte der südliche Abstand eines Sterns vom Zenith zu klein gefunden werden, und umgekehrt. Hiemit waren geometrische Messungen zu verbinden, um den wahren Unterschied der geographischen Brei-

ten beyder Beobachtungsorte, unabhängig von der Einwirkung des Berges, zu finden. Endlich mußte noch, wegen der Schlüsse auf die Dichte der Erde, die Gestalt und Größe des Berges selbst bestimmt werden. **Maskelyne** stellte auf der Südseite des Berges 169, auf der Nordseite 168 Beobachtungen an 43 Sternen an, von welchen 40 mit einander verglichen, für den Unterschied der Scheitelpunkte beyder Orte 54,6 Sec. gaben. Nach den geometrischen Messungen fand nur ein Unterschied der Breiten von 42,94 Sec. statt, daß also die beyden entgegengesetzten Anziehungen des Berges diesen Unterschied um 11, 66 Sec. zu groß machten. Die Abmessungen sind noch bis 1776 fortgesetzt und berichtiget worden. **Hutton** (Philos. Trans. Vol. LXVIII. for 1778. no. 33.) theilt die dazu gehörigen Zeichnungen mit, und berechnet, daß sich die Anziehung der Erde zur Anziehung des Berges gegen das Bleyloth, wie 9 zu 5, verhalte. Da nun der Berg aus einem gleichförmigen Granit besteht, dessen Dichte $2\frac{1}{2}$mal größer ist, als die Dichte des Wassers, so folgt hieraus die mittlere Dichte der Erdkugel $4\frac{1}{2}$mal größer, als die Dichte des Wassers. Hiedurch werden alle Systeme widerlegt, welche aus der Erde eine hohle Kugel machen, und **Hutton** vermuthet, daß auf $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ von ihr aus Metallen bestehe.

Ich will diesem Artikel noch eine Anzeige einiger Schriften über die newtonische Gravitation beyfügen. **Newtons** Principia selbst traten zuerst im Jahre 1687. zu London auf Befehl der königlichen Societät ans Licht, und wurden von **Roger Cotes** (Cantabr. 1713. 4.) und von **Heinrich Pemberton** (Lond. 1726. 4.) aufs neue herausgegeben. Man hat auch noch spätere Ausgaben (Amst. 1733. 4., Lond. 1746. 4.). Da aber dieses schwere Werk von Wenigen ohne Commentar gelesen werden kan, so sind die Ausgaben des **Jacquier** und **le Sueur** (Philos. nat. princ. math. perpetuis commentariis illustrata studio PP. *Thomae le Sueur* et *Franc. Iacquier*. Genevae, 1739. III To. 4. und noch vermehrter 1750. 4.) und **Tessanek** (Phil. nat. etc. commentationibus illustrata potissimum

Io. Tessanek, et quibusdam in locis veterioribus *Th. le Sueur* et *Fr. Iacquier* aliter propositis. To. I. Pragae, 1780. 4.) zu empfehlen. **Maclaurin** (An account of Sir *Isaac Newton's* philosophical discoveries, Lond. 1748.) und **Pemberton** (A view of Sir *Is. Newt.* philosophy, Lond. 1728. 4.) haben diese Erfindungen kürzer vorgetragen; der Erstere zeichnet sich durch die tiefe Gründlichkeit, der Zweyte durch Leichtigkeit der Darstellung aus. Auch **Voltaire** (Elémens de la philosophie de Neuton, mis à la portée de tout le monde, à Amst. 1738. 8. Lausanne, 1773. 8.) trägt die newtonischen Lehren, wenigstens in einer schönen Schreibart, vor, aber Herr **Kästner** (Vorrede zu v. Rohrs physik. Bibliothek, S. 17.) urtheilt, die poetische Zueignungsschrift an die Marquise von **Chatelet** sey das Beste an diesem Werke. Den ganzen Umfang alles dessen, was von der Gravitation und ihren Gesetzen bis 1767 abgeleitet worden ist, hat der **P. Frisi** (*Paulli Frisii*, Barnabitae, de gravitate universali corporum libri tres, Mediolani, 1768. 4maj.) sehr vollständig und gründlich abgehandelt. Auch gehören hieher die Lehrbücher der Sternkunde, vorzüglich **Keill**, **Gregory**, **de la Lande** rc. deren physischer Theil sich gänzlich auf das Gesetz der Gravitation gründet.

Montucla Histoire des mathematiques. Vol. II. P. IV. L. VIII. no. 11.

Newton Princ. philos. nat. L. I. Sect. XI. L. III. Prop. 8.

Gregorianisches Teleskop, s. Spiegelteleskop.

Grotten, s. Höhlen.

Größe, scheinbare, Magnitudo apparens, *Grandeur apparente.* Ich habe schon bey dem Artikel: **Entfernung, scheinbare** bemerkt, daß aus dem unbestimmten Gebrauche des Worts: scheinbare Größe, viele Mißverständnisse entspringen. Es ist aber die scheinbare Größe eines Gegenstandes nichts anders, als die scheinbare Entfernung seiner äußersten Grenzen von einander; ich werde mich also auf dasjenige beziehen können, was unter dem Artikel: **Entfernung** (Th. I. S. 838 u. f.) zu

Aufklärung der hiebey vorkommenden **Mißverständnisse** gesagt worden ist. Ich will nur noch bemerken, daß hiebey von körperlicher Größe die Rede nie seyn kan, weil wir von allen Dingen nur die **Oberfläche** sehen und selbst diese nur nach Länge und Breite, d. i. nach **Linien** messen, daher es eine leere Prahlerey ist, wenn Künstler von ihren Mikroskopen u. dgl. sagen, daß sie dem körperlichen Raume nach 1000000mal vergrößern. Es war genug, zu sagen, daß die Vergrößerung dem Durchmesser nach 100fach sey.

Scheinbare Größe einer **Linie** ist scheinbare Entfernung ihrer Endpunkte, oder (nach Th. I. S. 838) der Winkel, welchen die aus beyden Enden kommenden Lichtstralen am Auge mit einander bilden. So ist die scheinbare Größe der Linie ST (Taf. VII. Fig. 129.) der optische Winkel SOT, unter welchem der wahre Abstand der Punkte S und T von einander, ins Auge fällt. Bleibt man bey dieser reinen optischen Darstellung stehen, ohne auf das Urtheil zu sehen, welches die Seele darüber fällt, so hat man in allen Fällen etwas Bestimmtes, woran man sich halten kan, ohne daß sich falsche Urtheile, d. i. Gesichtsbetrüge, einmischen. So muß sich Jeder, der bestimmt sprechen will, über scheinbare Größe ausdrücken. Er muß sie durch einen **Winkel** angeben, und durch geometrische oder astronomische Werkzeuge, wie alle andere Winkel, abmessen. Alsdann werden ihm Sonne und Mond am Horizonte sowohl, als im Scheitel, 31 Min. im Durchmesser halten; Jupiters Durchmesser wird, wenn er am größten ist, durch ein 20mal vergrößerndes Fernrohr 16 Min. groß scheinen u. s. w., und Verschiedenheiten hierinn werden wahre Unterschiede der scheinbaren Größen, ohne eingemischte Gesichtsbetrüge, anzeigen.

Weil wir uns aber durch lange Uebung eine Fertigkeit erworben haben, über das Gesehene zu urtheilen, und weil sich diese Fertigkeit so innig mit dem Sehen selbst vereiniget, daß wir die reine optische Darstellung gar nicht mehr von dem darüber gefällten Urtheile zu unterscheiden wissen; so werden wir auch nie die scheinbare Größe eines Dinges

sehen, ohne sie mit einem schnellen Urtheile über seine wahre Größe zu begleiten. Diese dem Dinge von uns zugeschriebene wahre Größe heißt nun ebenfalls **scheinbare Größe**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Worts, bey der es außer dem optischen Winkel zugleich auf die Umstände ankömmt, welche die Seele bey Beurtheilung des Gesehenen zu Hülfe nimmt. Ich habe schon erinnert (Th. I. S. 840.), daß die Worte: Entfernung und Größe in der ersten Bedeutung etwas bestimmtes, in dieser zweyten aber etwas unbestimmtes ausdrücken, das von Urtheilen abhängt, die bald so, bald anders, ausfallen.

Scheinbare Größe in dieser Bedeutung ist die Vorstellung einer wahren Größe, die in uns vermöge des Augenmaaßes, nach gewissen gewohnten Regeln, aus mancherley zusammengenommenen Umständen entsteht (Man s. Th. I. S. 841.).

Dieser Umstände sind hier vornehmlich zween: 1) die durch andere Erfahrungen erlangte **Kenntniß der wahren Größe**, 2) die scheinbare **Entfernung** des Gegenstands von unserm Auge, von welcher im ersten Theile dieses Wörterbuchs von S. 840 bis 849. die Rede ist. Der erste Umstand leitet uns gewöhnlich bey Beurtheilung der Größen naher und irdischer Dinge, der zweyte bey entfernten und himmlischen Gegenständen.

Wenn wir die wahre Größe einer Sache schon vorher aus Erfahrungen kennen, so machen wir uns, zumal, wenn wir sie nahe sehen, von ihr eine mit dieser Größe übereinstimmende Vorstellung, und irren in dergleichen gewöhnlichen Fällen selten oder niemals. So scheint uns ein erwachsener Mann in der Entfernung von 12 Schuhen immer größer, als ein Kind in der Entfernung von 1 Schuh, ob wir gleich das letztere unter einem weit größern optischen Winkel sehen, weil wir aus den Verhältnissen der Theile des Körpers, dem ganzen äußern Ansehen oder aus vorhergegangener Bekanntschaft schon die wahre Größe von beyden kennen. Wir sind auch überdies schon gewohnt, in so geringen Entfernungen die Abstände und Größen der Dinge richtig zu beurtheilen.

Bey ungewöhnlichen Fällen aber und in größern Ab-

ständen richtet sich unser Urtheil nach der **scheinbaren Entfernung**, die wir dem gesehenen Gegenstande beylegen. Wir halten das für groß, was bey großer Entfernung dennoch unter einem großen Winkel erscheint; das für klein, was bey geringer Entfernung dennoch unter einem geringen Winkel gesehen wird. Die scheinbare Größe des Gegenstands ist alsdann als das Produkt aus dem Winkel (eigentlich aus dessen Tangente) in die scheinbare Entfernung anzusehen. Hieraus folgt sehr natürlich, daß bey unverändertem Winkel der Gegenstand größer scheint, wenn wir ihn entfernter, und kleiner, wenn wir ihn näher glauben.

Daher kömmt es denn, daß wir in Absicht auf die Größe irren, so oft wir über die Entfernung irren; und daß die Urtheile über die scheinbare Größe verschieden sind, sobald die Vorstellungen von der Entfernung nicht übereinstimmen. Wie schwankend aber die Urtheile von den Entfernungen sind, und von wie vielen Umständen sie abhängen, ist im ersten Theile, S. 843. u. f. deutlich gezeigt worden. Hieraus entspringen mancherley Irrungen und Mißverständnisse über scheinbare Größe, wovon ich nur einige als Beyspiele anführen will.

Wenn man hört, ein Fernrohr vergrößere 20mal, also der Fläche nach 400mal, so macht man sich Hofnung, die Himmelskörper dadurch in erstaunenswürdiger Größe zu sehen: man findet sich aber bey wirklicher Betrachtung derselben sehr getäuscht, und sieht sie zwar ziemlich größer, als mit bloßen Augen, aber bey weitem nicht der übergroßen Erwartung gemäß. Die Erklärung des Phänomens ist sehr leicht: der optische Winkel oder das, was eigentlich scheinbare Größe heißen soll, ist wirklich 20mal vergrößert, aber der Gegenstand scheint dabey viel näher gekommen zu seyn, und in eben dem Verhältnisse vermindert sich dem Urtheile nach seine scheinbare Größe.

Von mehrern Personen, die den Jupiter durch einerley Fernrohr betrachten, wird man ganz verschiedene Urtheile über seine scheinbare Größe hören. Einer wird ihn mit einem Gulden, der Andere mit einem Sechspfennigstück, der Dritte mit einem Stecknadelknopfe rc. vergleichen.

Der Erste nemlich stellt sich das dunkle Gesichtsfeld, an welchem er die helle Scheibe sieht, entfernter, der leztere näher vor.

Sonne und Mond scheinen uns am Horizonte weit größer, als in einiger Höhe über demselben, weil wir den Himmel am Horizonte für entfernter, in höhern Gegenden für näher halten. Der optische Winkel, unter dem diese Körper gesehen werden, mit astronomischen Werkzeugen gemessen, bleibt dabey immer einerley. Eben so scheinen uns die Distanzen der Fixsterne von einander am Horizonte größer, als in der Höhe, und wenn man nach dem Augenmaaße von Höhen über dem Horizonte urtheilen, z. B. den Punkt bestimmen will, der eine Höhe von 45° hat, so sezt man ihn gewiß zu niedrig, und findet einen Punkt, der kaum 23° Höhe hat, weil uns die Helfte des Himmels am Horizonte entfernter, also auch weit größer scheint, als die Helfte gegen das Zenith, s. Himmel.

Auch irdische Gegenstände, Menschen, Thiere u. dgl. scheinen aus der Höhe oder Tiefe betrachtet, näher und also kleiner, als wenn man sie auf der Pläne hin siehet, s. Gesichtsbetrüge.

Es kömmt daher bey dem Urtheile von der scheinbaren Größe auf alle die Umstände an, die das Urtheil über die Entfernung bestimmen, und vielleicht vereinigen sich damit noch mehrere. Sehen wir etwas in einem Verhältnisse, das uns andere ähnliche Erfahrungen ins Gedächtniß bringt, so helfen auch diese das Urtheil von der Größe bestimmen. Haben wir eine Sache, z. B. ein Dintenfaß, ein Trinkglas, lang gebraucht, und nehmen hernach ein größeres Stück dieser Art, so scheint dieses Anfangs sehr groß, mit der Zeit aber allmählig kleiner. Kindern kommen entfernte Sachen kleiner vor, als Erwachsenen, u. s. w. Die Größe des Bildes auf der Netzhaut ist nur ein einzelner Umstand beym Sehen; was er sagen wolle, erklären wir uns, wie bey vieldeutigen Worten, aus dem Zusammenhange.

Man kan daher von der scheinbaren Größe nie bestimmt sprechen, wenn man nicht bey der ersten Bedeutung des Worts,

d. i. bey der reinen optischen Darstellung allein stehen bleibt, und sie durch den Winkel ausdrückt, unter welchem die äussersten Lichtstralen von einem Gegenstande ins Auge fallen. Dieses Winkels Tangente verhält sich zum Sinustotus, wie die wahre Größe zur Entfernung, wenn man senkrecht gegen die Linie sieht, durch welche die wahre Größe gemessen wird. Ist der Winkel klein, so kan man seine Größe selbst statt der Tangente in die Verhältnisse setzen. Für einerley Gegenstand verhalten sich dann die scheinbaren Größen umgekehrt, wie die Entfernungen; und für gleiche Entfernungen sind die scheinbaren Größen in einerley Verhältniß mit den wahren, s. **Sehewinkel.**

Priestley Geschichte der Optik durch **Klügel**, S. 493. Anm. e.

Grundstoffe der Körper, Principia corporum, *Principes des corps.* Die Bestandtheile, in welche die Körper durch chymische Zersetzung zerlegt werden. Sie sind entweder **erste Grundstoffe, Urstoffe** (principia prima), welche nicht weiter zerlegt werden können, s. **Elemente,** oder **gemischte, zusammengesetzte Grundstoffe** (principia principiata s. mixta), welche einer fernern Zerlegung fähig sind.

Die Schüler des Paracelsus nahmen fünf Grundstoffe aller Körper an, welche sie den **Merkurius** oder **Spiritus,** das **Phlegma,** den **Schwefel,** das **Salz** und die **Erde** nannten. Sie verstanden wahrscheinlich unter dem Merkurius oder Spiritus die flüchtigen und riechenden, unter Phlegma die wäßrichten unentzündlichen, unter Schwefel die brennbaren, unter Salz die salzigen oder schmackhaften Theile, und unter Erde den feuerbeständigen Rückstand. Unter diesen sogenannten **Grundstoffen des Paracelsus** sind einige weniger einfach als die andern, welches Dunkelheit und Verwirrung der Begriffe veranlassete.

Becher setzte daher nur zween Grundstoffe, **Erde** und **Wasser** fest, nahm aber drey Arten von Erden, die **glasartige, entzündliche** und **Merkurialerde.** Die erste war ihm der Grundstoff der Feuerbeständigkeit, die

zwote der Brennbarkeit, und die dritte das metallische Principium. Diese Theorie hat die Veranlassung zu der systematischen Chymie und zu den wichtigsten neuern Entdeckungen gegeben; sie würde aber ohne **Stahls** Bemühungen um sie so fruchtbar nicht geworden seyn. Dieser berühmte Chymiker vertauschte die entzündliche Erde mit dem **Phlogiston**, das seit der Zeit ein für Chymie und Physik so wichtiger Stof geworden ist, und bemühte sich mit vielem Scharfsinn, das Daseyn eines metallischen Princips zu beweisen, ohne es jedoch dabey weiter, als bis auf Muthmaßungen bringen zu können.

Macquer glaubt, weil **Wasser** und glasartige **Erde** entschiedene Grundstoffe wären, das Phlogiston aber nichts anders, als gebundenes **Feuer** sey, und die neuern Entdeckungen zeigten, daß auch die **Luft** einen Grundstof der Körper ausmache, so sey man gegenwärtig wieder auf die vier Elemente des **Aristoteles**, Feuer, Wasser, Luft und Erde zurückgekommen. Allein das Feuer ist wohl mit dem Phlogiston nicht geradehin zu verwechseln, das Wasser scheint nach den neusten Entdeckungen einer weitern Zerlegung fähig seyn, und die aus den Körpern enthaltene Luft besteht aus so mancherley verschiedentlich zusammengesetzten Gattungen, daß man dieser Behauptung keinesweges beypflichten kan, und vielmehr gestehen muß, daß sich die Anzahl und Beschaffenheit der ersten Grundstoffe noch gar nicht angeben lasse, s. **Elemente.**

Macquers chym. Wörterbuch, Art. Grundstoffe.

Gyps, Gypsum, *Gypse, Plâtre.* Eine zarte steinichte Materie, die sich leicht ritzen läßt, und mit dem Stahle kein Feuer giebt. Sie macht oft ganze Anhöhen und langgedehnte Hügel aus. In durchsichtigen, glänzenden, dünnen Blättern, welche genau auf einander liegen, und ganze durchsichtige Massen bilden, heißt sie **Frauenglas, Fraueneis, Spiegelstein** (Glacies Mariae, Lapis specularis, *Pierre speculaire)*, in Fasern, die der Länge nach über einander liegen, **Stralengyps** (Gypsum striatum, *Gypse à filets)*, in halbdurchsichtigen körnichten

Steinmassen, **Gypsstein** oder **Alabaster** (Gypsum Alabastrum, *Albâtre gypseux*).

Dem Feuer ausgesetzt werden diese Steinarten undurchsichtig, weiß und leicht zerreiblich. In diesem Zustande heißen sie **gebrannter Gyps**, und geben mit Wasser zu einem Teige vermischt, eine Masse (*Plâtre*), die sich in alle Gestalten formen läßt, und in kurzer Zeit ohne weitern Zusatz von selbst erhärtet. Diese Eigenschaft macht den Gyps zu allerley Bedürfnissen bey Gebäuden, Abformen ꝛc. höchst bequem.

Der Gyps, der sonst einige Aehnlichkeit mit dem Kalke hat, ist doch darinn wesentlich vom letztern unterschieden, daß er mit den Säuren nicht brauset und sich nicht darinn auflöset. **Pott** (Lithogeognosie, Th. I. S. 3.) macht ihn daher zu einer eignen Classe von Erden, und unterscheidet ihn von der Kalkerde, ob er gleich selbst (S. 17.) eingesteht, daß die sogenannte **selenitische Erde**, oder die Zusammensetzung von Kalkerde und Vitriolsäure, sich nur in wenigen geringen Umständen vom Gypse unterscheide. **Marggraf** aber (Chymische Schriften, Th. II. Berlin, 1767. 8. Abh. X. §. 5. S. 139. f.) hat durch entscheidende Zerlegungen und Zusammensetzungen dargethan, daß der Gyps nichts anders, als eine mit Vitriolsäure gesättigte Kalkerde, ein Salz sey, daß von Natur krystallisirt ist, dem aber durch das Brennen sein Krystallisationswasser entzogen wird.

Der Gyps wird zu Verzierungen in den Gebäuden, zu Abgüssen von Statüen und Münzen, zum Modelliren, zur Befestigung der Haspen in den Mauren, zur Nachahmung des Marmors, zur Bereitung verschiedner Gläser u. s. w. gebraucht. In der Färbekunst dient er zur Festsetzung einiger, besonders gelber, Farben; im thierischen Körper bringt er schädliche und austrocknende Wirkungen hervor, daher die bey den Alten gewöhnliche Vermischung der Weine, mit Gyps (Plin. H. N. XIX. 19. Columella de re rust. XII. 20. 26. 28.) nachtheilig ist; zu Düngung und Fruchtbarmachung der

Felder aber wird er, besonders in kaltem Boden, mit Nutzen gebraucht.

Macquers Chymisches Wörterbuch, mit Herrn Leonhardi Anm. Art. Gyps.

H.

Haarröhren, Tubi capillares, *Tuyaux capillaires, Tubes capillaires.* Diesen Namen führen alle enge Röhren von geringem Durchmesser, wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Haaren, welche ebenfalls hohle Röhren sind. Die **Haarröhren** der Experimentalphysik aber dürfen eben nicht so fein und dünn, als Haare seyn; man rechnet Glasröhren schon dafür, wenn der Durchmesser ihrer Höhlung, oder ihre **Weite im Lichten** (lumen) nur nicht über $\frac{1}{10}$ eines rheinländischen Zolles beträgt und **'s Gravesande** (Physices Elem. T. I. L. I. c. 5.) läßt sogar $\frac{1}{2}$ Zoll zu. Sie können auch von Metall und andern Materien seyn, ob man gleich die Versuche selten an andern, als an Glasröhren, anstellet. Alle poröse Körper, welche flüßige Materien anziehen, z. B. Schwämme, Löschpapier, Zucker rc. lassen sich als Zusammensetzungen von Haarröhren ansehen.

Die Erscheinungen an den Haarröhren scheinen Ausnahmen von dem Gesetz der Hydrostatik zu machen, nach welchem zwo Säulen von einerley flüßigen Materie nicht anders im Gleichgewichte seyn können, als wenn ihre Oberflächen gleich hoch, d. i. in einer und eben derselben Horizontalebne liegen, s. **Röhren, communicirende.** Bey den Haarröhren hingegen beobachtet man folgendes.

1) Wenn in ein Gefäß mit Wasser eine gläserne oben und unten ofne Haarröhre getaucht wird, so steigt das Wasser innerhalb der Röhre **höher**, als es von außen im Gefäße steht.

2) Es steigt desto höher, je enger der Röhre Durchmesser ist.

3) Doch steigt es nie über die obere Oefnung der Röh-

re hinaus, so daß es von außen wieder herablaufen könnte, so kurz auch die Röhre seyn mag.

4) Wenn man ein Haarröhrchen in verschiedne liquoren taucht, so steigen sie zwar alle darinn, aber auf verschiedene Höhen. Dabey findet die Regel nicht statt, daß die schwersten am wenigsten steigen; der leichtere Weingeist z. B. steigt weniger, als das schwerere Salzwasser.

5) Taucht man hingegen das Haarrohr in **Quecksilber**, so steht dieses darinn **niedriger**, als von außen, und dies um desto mehr, je enger das Haarrohr ist.

Wenn man diese Erscheinungen mit demjenigen zusammenhält, was bey dem Worte: **Adhäsion** im ersten Theile dieses Wörterbuchs, S. 45. u. f. gesagt worden ist, so begreift man ihre Ursache ganz leicht, und die Unmöglichkeit, sie auf eine andere Art zu erklären, zeigt zugleich das wirkliche Daseyn eines **Anhängens** der Körper an einander, über dessen Ursache wir weiter keine Erklärung geben können.

1) Das Wasser steigt an den Seiten der Glasröhre, wie an den Rändern aller gläsernen Gefäße, darum in die Höhe, weil es vom Glase stärker angezogen wird, als seine Theile unter einander selbst zusammenhängen. Weil nun die Röhre eng ist, so fließen diese ringsherum aufgestiegnen Wasserberge in einander, und bilden eine ganze Masse, welche wiederum vom Glase stärker angezogen, als von dem übrigen Wasser zurückgehalten wird u. s. w., bis endlich das immer vergrößerte Gewicht der aufgestiegnen Wassersäule mit dem Zusammenhange zugleich der Anziehung des Glases das Gleichgewicht hält.

2) Je enger die Röhre ist, desto geringer ist dieses Gewicht der Wassersäule, welche von dem Anhängen am Glase getragen wird, desto größer hingegen die Anzahl der Punkte, womit jede gleich große Wassermasse das Glas berührt; desto höher kan also diese Säule werden, ehe das Gleichgewicht erfolgt. Ist der Durchmesser eines Haarröhrchens doppelt so groß, als der Durchmesser eines andern, so ist zwar das Gewicht der Wassersäule bey einerley Höhe viermal größer, und das Wasser sollte also nur bis

zum vierten Theile der Höhe im andern steigen: aber es berührt auch den Rand des Glases in doppelt so viel Punkten, und wird also doppelt so stark angezogen, daher es in allem halb so hoch steigt, als im andern Haarröhrchen. Dieser Erklärung nach müssen sich die Höhen des Steigens ohngefähr umgekehrt, wie die Durchmesser der Röhren verhalten, womit auch die Versuche übereinstimmen.

3) Die Höhe des Steigens kömmt zwar gar nicht auf die Länge des Röhrchens an; aber wenn das Wasser die obere Oefnung erreicht hat, so kan es nicht herausgehoben werden, weil keine Glaswände mehr da sind, die es anziehen.

4) Nicht alle flüßige Materien werden vom Glase gleich stark angezogen, und es kömmt dabey gar nicht auf ihre specifische Schwere an. Auch zieht ein Glas stärker an, als das andere.

5) Des Quecksilbers Theile hängen unter einander stärker zusammen, als sie vom Glase angezogen werden. Indem man also ein Haarröhrchen in Quecksilber taucht, wird der kleine Theil, der von unten in die Röhre eindringen sollte, von der übrigen Masse des Quecksilbers stärker zurückgehalten, als ihn das Glas zieht. Ueber ihm ist kein Quecksilber, das diese Kraft aufheben könnte; sie überwindet also sowohl den Druck, der aus den hydrostatischen Gesetzen folgt, als auch das Anziehen des Glases, und das Quecksilber bleibt so lange stehen, bis endlich der hydrostatische Druck das Uebergewicht bekömmt, und es hineintreibet. Dies geschieht desto später, je enger die Röhre ist, je genauer also das Quecksilber von der Berührung mit dem übrigen abgeschnitten wird. Man hat hiebey gar nicht nöthig, zu einer **zurückstoßenden Kraft** seine Zuflucht zu nehmen.

Nach **de la Lande** (Diss. sur la cause de l'élevation des liqueurs dans les tubes capillaires. à Paris, 1770.) soll **Franz Aggiunti**, Leibarzt des Großherzogs von Toscana, einer von den Stiftern der Akademie del Cimento, der im Jahre 1635 gestorben ist, die Phänomene der Haarröhren zuerst bemerkt haben. Der Jesuit **Honora-**

tus Fabri (Scient. phys. Tract. V. L. II. Digress. 1.) und aus ihm Johann Christoph Sturm (Collegium Curiosum, Norimb. 1676. 4. To. I. Tentam. 8.) führen die Erscheinungen 1. 2. 3. umständlich an, und erklären sie aus dem Drucke der Luft, welches dadurch hinlänglich widerlegt wird, daß unter der Glocke der Luftpumpe alles eben so erfolgt. Sie setzen übrigens noch die ganz falsche Beobachtung hinzu, daß das Wasser in langen Röhren höher steige, als in kurzen.

Isaak Vossius (De Nili et aliorum fluminum origine, Hagae Com. 1666. cap. 2,) bemerkt zuerst, daß das Quecksilber in Haarröhren niedriger stehe, und daß sich die Erscheinungen auch in communicirenden Röhren zeigen, wenn der eine Schenkel ein Haarröhrchen ist. Er sucht die Ursache in der Zähigkeit (viscositate) des Wassers, durch die es an das Glas anklebe, und dabey sein Gewicht verliere, wodurch zwar das Hängenbleiben des einmal aufgestiegnen Wassers, nicht aber das freywillige Aufsteigen selbst erklärt wird.

Borellus (De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus, Lugd. Bat. 1686. Prop. 182—188.) bemerkt, das Wasser steige schneller und höher, wenn die Röhre inwendig feucht sey. Er will die ganze Sache aus einer Art von Netz erklären, welches vom Wasser an der untern Oefnung der Röhre gebildet werde, und stellt sich, um die Hebung des Wassers begreiflich zu machen, die Theilchen desselben als biegsame Hebel vor.

Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris. Amst. 1683. 8. p. 239.) glaubt, die Lufttheilchen, als Kügelchen, passeten selten ganz genau in die Oefnung einer Röhre, die äußersten am Rande träfen die Wand der Röhre so, daß sie noch von ihr getragen würden, und wenn also etwa 6 solche Theilchen im Durchmesser Platz hätten, so würden 2 davon vom Rande der Röhre getragen, daher drückten nur noch 4 abwärts, und es sey also der Druck der Luft an dieser Stelle schwächer, als der von außen, daher das Fluidum höher hinaufgetrieben werde. Diese sehr gekünstelte Erklärung fällt schon dadurch hinweg, daß sich die Höhen,

auf welche verschiedne Liquoren steigen, nicht, wie die specifischen Schweren der Liquoren verhalten.

Ludwig Carre (Mém. de Paris, 1705.) machte nebst **Geoffroy** viele Versuche über die Haarröhren, fand, daß das Wasser in ihnen nicht stieg, wenn sie inwendig mit Fett bestrichen waren, so lange bis der bestrichne Theil ganz unter Wasser stand, stellte Versuche unter der Glocke der Luftpumpe an, und bemerkte, daß die Länge der Röhren nichts zur Höhe des Steigens beytrage. Er ist der Erste, der die Erscheinungen aus dem **Anhängen** des Wassers ans Glas erklärt, und die meisten Phänomene richtig daraus herleitet: nur irrt er darinn, daß er annimmt, die das Glas berührenden Theile des Wassers verlöhren ihr ganzes Gewicht, woraus folgen müßte, das Wasser steige höher, wenn man die Röhre tiefer einsenkt.

D. Jurin (Philos. Transact. no. 355 et 363.) stellte Versuche mit gläsernen Gefäßen an, welche aus Röhren von verschiednen Durchmessern bestanden. Wenn der weitere Durchmesser das Wasser berührte, so stieg es so hoch, als der engern Röhre zukam: brachte er aber die engere Röhre ans Wasser, so trat es nur so weit, als die weitere es halten konnte. Er erklärt das Phänomen so, wie **Hawksbee**, aus der Anziehung, welche dem Wasser, das die innere Wand der Röhre berührt, sein Gewicht benehme, daher dasselbe von dem Drucke des Wassers im Gefäße erhoben, und von dem nächstfolgenden Ringe der innern Glaswand angezogen werde. Das Hängenbleiben des Wassers leitet er von dem Ringe der Glaswand her, welcher die obere Peripherie des Wassers zur Basis und den Wirkungskreis der Anziehung des Glases zur Höhe hat. **Bülfinger** (Diss. de tubulis capillaribus, in Comment. Petrop. To. II. p. 233. und in den Anm. über **Jurin's** Abhandlung, eb. To. III. p. 81 sqq.) setzte noch mehrere Versuche hinzu, und fand, daß ein Haarröhrchen gerade so viel Wasser anzieht und erhält, als der größte Tropfen ausmacht, der auswendig an dem Röhrchen, ohne herabzufallen, hängen kan, daß in trocknen Röhren das Wasser zuerst am

Rande, nicht in der Mitte, heraussteigt u. s. w. In Absicht auf die Erklärungen giebt er Jurin völlig Beyfall.

Musschenbroek (Diss. phys. exp. de tubulis capillaribus, in s. Diss. phys. p. 271. ingl. de attractione speculorum planorum vitreorum, ebend. p. 334.) vervielfältigte die Versuche noch mehr, und gab folgende Höhen des Steigens in einer Glasröhre von $\frac{1}{3}$ rheinl. Linie Durchmesser und 43 Lin. Länge an.

	Lin.	Sp Schw.		Lin.	Sp. Schw.
Harn eines gesunden Menschen.	33 - 34	1,03	Weinsteinöl	25 - 26	1,55
Salmiakgeist	30 - 33	1,12	Rüböl	21	0,913
Vitriolöl	26 - 27	1,7	Salpeterg.	20	1,315
Wasser	26	1	Alkohol	18 - 19	0,866

Er glaubte dabey gefunden zu haben, daß das Wasser in langen Röhren höher stehe, als in kürzern; aber selbst in seinen Versuchen sind die angegebnen Unterschiede so gering, daß man nichts Zuverläßiges daraus folgern kan. Inzwischen schließt er daraus, die Ursache des Phänomens sey durch die ganze Länge der Röhre verbreitet, und erklärt dasselbe aus der Attraction **entfernter** Körper, wobey aber auch die Glasdicke mit in Betrachtung kommen würde, welche, wie bekannt, auf das Resultat der Versuche nicht den mindesten Einfluß hat.

Weitbrecht (Tentamen theoriae, qua ascensus aquae in tubis capillaribus explicatur, in Comm. Petrop. To. VIII. p. 261. und Explicatio difficiliorum experim. circa ascensum aquae in tubos cap. ebend. To. IX. p. 275.) theilt sehr schätzbare Bemerkungen und Versuche über das Anhängen ans Glas und die Gestalten der Tropfen mit, und scheint unter allen die genauesten Experimentaluntersuchungen über diesen Gegenstand angestellt zu haben. Bey der Erklärung selbst, die er von der Attraction und Cohäsion (attractione continuata) herleitet, unterscheidet er sehr richtig die Wirkung des Glases aufs Wasser von der Wirkung der Wassertheile auf einander selbst. Er leitet das **Aufsteigen** von der stufenweise wirkenden anziehenden Kraft der ganzen innern Glasfläche und von dem Zusammenhange der Wassertheilchen; die **Erhaltung** des aufge-

stiegnen Wassers aber von der Anziehung des Ringes der Glasröhre, mit welchem die Oberfläche der erhaltenen Wassersäule zusammenhängt, und von dem Zusammenhange des Wassers unter sich her. In engern Röhren wird jedes Wassertheilchen von mehrern Glaspunkten dieses Ringes zugleich angezogen, als in weitern.

Herr **Gellert** (De phaenomenis plumbi fusi in tubis capillaribus, in Comm. Petrop. Tom XII. p. 243.) findet das geschmolzene Bley in gläsernen und irrdenen Haarröhren niedriger, als von außen, und diese Tiefe unter der äußern Horizontalebne (infra libellam) im umgekehrten Verhältnisse der Durchmesser, und in prismatischen Röhren (De tubis capillaribus prismaticis, ebend. p. 252.) im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln aus den Grundflächen. Er erklärt dies auch sehr richtig daraus, daß die Theile des geschmolznen Bleys unter sich stärker zusammenhängen, als sie vom Glase und Thone angezogen werden.

De la Lande giebt in der oben angeführten Schrift von dem Aufsteigen in Haarröhren folgende Erklärung. Wenn Wasser in einem Gefäße ruhig steht, so haben alle lothrechte Säulen desselben einerley Gewicht und einerley Anziehung. Die eingetauchte Glasröhre treibt einen Theil einer solchen Säule aus der Stelle, und bewirkt mehr Anziehung, als dieser Theil. Dadurch werden die unter der Oefnung stehenden Wassertheilchen aufwärts gezogen, und verlieren etwas von ihrem Gewichte. Die innere Wassersäule im Haarrohre wird also leichter, und muß von den äußern weiter in die Höhe getrieben werden, bis das Gewicht des aufgestiegnen Wassers der Anziehung der Röhre gleich ist. Ueberdies zieht noch der untere Theil der Glasröhre, so weit sein Wirkungskreis reicht, die anliegenden Wassertheile gegen sich, ohne daß diese Anziehung von andern unterwärts liegenden Glastheilen wieder aufgehoben würde. Endlich wird auch die Oberfläche des aufgestiegnen Wassers von dem anliegenden Glasringe gegen sich gezogen, und dieser Anziehung wirkt zwar eine gleich starke Anziehung gegen das Glas nach unten entgegen, die aber durch

die Anziehung des Wassers unter sich selbst vermindert wird Setzt man die Kraft, mit welcher das Wasser vom Glase so weit dessen Wirkung reicht, angezogen wird = g, und die, womit es vom Wasser selbst in gleicher Weite angezogen wird = w; so ist die ganze Anziehung aus der ersten Ursache = g — w, aus der zweyten ebenfalls = g — w, aus der dritten = g — (g — w) = w. Die ganze Anziehung also = 2g — 2w + w = 2g — w. Daher müßte das Wasser noch steigen, wenn nur die Anziehung des Glases über halb so groß, als die des Wassers unter sich selbst, wäre. Man kan dies leicht auf das Quecksilber anwenden, wo bey Einsenkung einer Glasröhre die Anziehung oberwärts schwächer wird, und der unterwärts nach dem übrigen Quecksilber gerichteten nicht mehr das Gleichgewicht hält, daher das Gewicht der Säule vermehrt wird, und die übrigen sie nicht mehr so hoch erhalten können, als sie selbst sind, u. s. w.

Eben so steigt auch Wasser zwischen ein Paar ebnen Glasplatten, die man nahe genug an einander bringt, in prismatischen engen Röhren und in engen Oefnungen und Zwischenräumen anderer Körper in die Höhe. So saugen Schwämme, Salz, Zucker, Erde, Holz, Leinwand, Löschpapier, Dachte, Stricke u. dgl. allerley flüßige Materien, nicht aber Quecksilber, in sich; so steigt der Saft in die Gefäße der Bäume und Pflanzen, s. Adhäsion.

Obgleich D. Hook (Micrographia Obs. VII.) mit vielem Scharfsinne zu behaupten gesucht hat, daß die Wirkung der Haarröhren vom Drucke der Luft herrühre, so sind doch die Versuche dieser Meynung schlechterdings entgegen. Und da sich diese Erscheinungen auch weder aus dem Drucke des Aethers, noch aus einem bloßen Zusammenhange erklären lassen, so machen sie einen Hauptbeweis für das Daseyn einer anziehenden Kraft in der Materie aus.

C. B. *Funccii* Diss. de ascensu fluidorum in tubis capillaribus Comment. I et II. Lips. 1773. 4.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Gött. 1787. 8. §. 184 u. f.

Härte, Durities, *Dureté*. Diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie durch den Druck oder Stoß ihre Gestalt, d. i. die Lage ihrer Theile gegen einander, nicht ändern lassen. Da wir keinen vollkommen harten Körper kennen, so drückt das Wort Härte gemeiniglich nur einen relativen Begriff aus, und man schreibt diese Eigenschaft denjenigen Körpern zu, welche zur Aenderung ihrer Gestalt eine sehr große Kraft erfordern. So nennt man Steine hart, wenn sie mit dem Stahle Feuer geben u. s. w. Eine absolute Härte findet sich vielleicht nirgends, als in den ersten Elementen oder Atomen der Körper; und die relative Härte der zusammengesetzten Körper besteht in nichts andern, als in dem Zusammenhange ihrer Theile, s. **Hart, Cohäsion.**

Härten des Stahls, s. Stahl.

Hagel, Schloßen, Grando, *Grêle*. Der Hagel besteht aus gefrornen Wassertheilen, welche in Eisklumpen vereint aus der Atmosphäre niederfallen. Die Regentropfen nemlich können vielleicht nach ihrer Entstehung aus den höchsten Gegenden, welche man daher die **Region des Hagels** nennet, in niedrigere Gegenden des Luftkreises gelangen, welche vorzüglich kalt sind, wo sie sich in Eiskügelchen oder Kerne verwandeln. Beym weitern Fallen nehmen sie dann die feuchten Dünste, die ihnen begegnen, auf; diese frieren um den Kern herum an, und bilden die ihn umgebenden Schalen oder Eisrinden; oft hängen sich mehrere solche Kerne in eckichten Klumpen an einander, und so kömmt es, daß man die Schloßen oder Hagelkörner bisweilen rund, als einen festen mit dünnen Eisschalen umgebnen Kern, bisweilen in unregelmäßigen und eckichten Gestalten findet. Dies ist wenigstens die gewöhnliche Erklärung dieser für Felder und Saaten so verderblichen Luftbegebenheit.

Die Hagelkörner sind von sehr verschiedner Größe. Man hat dergleichen, wiewohl selten, von dem Gewichte eines Pfundes gesehen. Die auf den Bergen fallen, sind nach **Scheuchzer** und **Beccaria** (Lettere del elettricismo.

Lett. 15.) kleiner, als die in den Plänen. Selten ist ihre Gestalt vollkommen rund; sie sind vielmehr unregelmäßig abgeplattet, und oft, wenn sie mit starken Stürmen niederfallen, durch das Aneinanderschlagen zerbrochen. Ihr innerer Kern ist undurchsichtig und einem compacten Schnee ähnlich; die äußere Schale ist hell und durchsichtig.

Es ist eine sehr bekannte Sache, daß es äußerst selten im Winter hagelt, und daß die heftigsten Hagelwetter, welche insgemein mit Sturm, Donner und Blitz begleitet sind, in den Monaten May, Junius, Julius und August auch meistens bey Tage, einfallen. Der Wind ist dabey sehr veränderlich, und mehrentheils geht unmittelbar vor dem Hagelwetter eine Hauptveränderung seiner Richtung vorher. Das Aneinanderstoßen der Hagelkörner verursacht ein Getöse in der Luft. Oft fällt der Hagel mit Regen vermischt, bisweilen aber geht auch der Regen voran, und verwandelt sich in der Folge in Hagel. Vor den heftigen Gewittern, welche die Hagelwetter begleiten, ist es gemeiniglich sehr schwül; beym Herabfallen des Hagels aber und noch mehr nach demselben, findet man die Luft abgekühlet.

Dennoch giebt es einzelne Beyspiele von Hagelwettern, die im Winter oder in der Nacht gekommen sind, wie z. B. in Montpellier am 30 Jänner 1741. (Mém. de Paris 1741. p. 218.). Sie sind alsdann desto heftiger und allezeit mit schrecklichen Donnerwettern begleitet. Diese Fälle sind jedoch nur Ausnahmen, und die Regel bleibt allemal diese, daß es blos im Winter schneyt und blos im Sommer hagelt, so wie in den Zwischenzeiten, zumal im Frühling, der zarte **Graupenhagel** (*gresil*) fällt, der vom Schnee die Weichheit und vom Hagel die Figur hat.

Diese Regel hat man sonst dadurch zu erklären gesucht, daß im Winter der ganze Luftkreis zu kalt sey, als daß das Wasser darinn in Tropfen sollte zusammenfließen können. Aber der Umstand, daß die schweren Hagelwetter allemal Donnerwetter sind, scheint wohl deutlich zu beweisen, daß zur Entstehung des Hagels ein Ausbruch der Elektricität erforderlich sey **Mongez** (Lettre sur la formation de la grêle, in *Rozier* Journal de phys. Sept. 1778.) führt ein Bey-

spiel an, daß es bey einem Regen, der einige Tage, ohne zu blitzen, angehalten hatte, sogleich zu hageln anfieng, als es anfieng zu blitzen. Welcher Zusammenhang aber zwischen der Elektricität und der Erzeugung des Hagels statt finde, ist noch sehr dunkel.

Herr de Lüc (Idées sur la meteorologie, To. II. Sect. 3. ch. 2.) schließt aus dem schneeähnlichen Kerne der Hagelkörner, daß sie sich nicht aus Regentropfen, sondern aus Schneeflocken bilden, welche im obern Theile der Gewitterwolke durch ein **plötzliches Erkalten**, das von irgend einer **chymischen Ursache** abhängt, entstehen und im Fallen durch das Gewölk streichen. Nach dieser Hypothese kan sich der Hagel nicht, wie man sonst gewöhnlich annahm, in den höchsten Gegenden der Atmosphäre bilden, weil die Gewitterwolken immer sehr niedrig gehen. Und dann wird es wiederum sehr schwer, die bisweilen so beträchtliche Größe und unregelmäßige Gestalt der Hagelkörner zu erklären. Diese Luftbegebenheit gehört also noch zur Zeit unter diejenigen, über welche wir erst in Zukunft von genauern Untersuchungen des Luftkreises richtigere Belehrungen erwarten müssen.

Musschenbroek Introd. in philos. nat. To II. §. 2391 sq.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Auflage durch Lichtenberg, § 736.

Halbkugeln, Hemisphäre, Hemisphaeria, *Hemisphères.* Jeder größte Kreis theilt die Kugel durch seine Ebne, und die Kugelfläche durch seinen Umkreis in zwo gleiche Helften, welche man Halbkugeln nennt. Insbesondere führen diesen Namen in der Geographie und Sternkunde die Helften, in welche die Erd- und Himmelskugel durch den Horizont, Aequator und Mittagskreis getheilt werden.

Der Horizont theilt uns den Himmel in die **sichtbare** und **unsichtbare**, oder welches eben so viel ist, in die **obere** und **untere** Halbkugel ein. Auch auf der Erdkugel Taf. VIII. Fig. 2. kan man für den Beobachtungsort o, den man sich stets oben gedenkt, und dessen wahrer Horizont m n

ist, die Erde in die **obere** und **untere** Halbkugel maopn und mstqn getheilt annehmen.

Der Aequator aq und AQ theilt die Erd- und Himmelskugel in die **nördliche** und **südliche** Halbkugel, aopnq und amsnq, AZPRQ und AHSNQ, wovon jene den Nordpol p und P, diese den Südpol s und S in ihrer Mitte hat.

Der Mittagskreis des Beobachtungsorts omsnpo und ZHSNPZ theilt beyde Kugeln in die **östliche** und **westliche** Halbkugel, wovon in der Figur gerade nur die östliche sichtbar ist, die westliche aber auf ihre Rückseite fällt. Jene hat den Morgenpunkt C, diese den entgegengesetzten Abendpunkt in ihrer Mitte.

Der größte Kreis endlich, dessen Ebne auf der nach dem Mittelpunkte der Sonne gezognen Linie senkrecht steht, theilt die Erdkugel und jeden dunklen Körper des Sonnensystems in die **erleuchtete** und **dunkle** Halbkugel ein. Weil aber die Sonne einen größern Halbmesser hat, als die dunklen Himmelskörper, so erleuchtet sie von jedem dieser Körper etwas mehr als die Helfte, und das erleuchtete Hemisphär erstreckt sich ringsum über seine eigentliche Grenze noch um die Größe des scheinbaren Halbmessers der Sonne, d. i. für die Erdkugel ohngefähr um 15 Minuten eines größten Kreises hinaus.

Halbkugeln, magdeburgische, Hemisphaeria Magdeburgica, *Hémisphères de Magdebourg.* Der Erfinder der Luftpumpe, **Otto von Guerike** zu Magdeburg, stellte unter andern merkwürdigen Versuchen mit diesem Instrumente auch folgenden an. Er ließ zwo küpferne Halbkugeln A und B, Taf. X. Fig. 49., $\frac{67}{100}$ einer magdeburgischen Elle im Durchmesser, verfertigen, welche genau an einander passeten. An einer derselben war bey H ein Hahn angebracht, durch welchen man nach Gefallen die Verbindung zwischen der innern und äußern Luft aufheben und wieder eröfnen konnte. Rings herum waren Rinken angebracht, um Seile durchzuziehen und Pferde daran zu spannen. Zwischen die auf einander passenden

Ränder der Halbkugel ward ein mit Wachs und Terpentin getränkter lederner Ring gelegt.

Diese Halbkugeln legte Guerike auf einander, und zog bey geöfnetem Hahne, vermittelst seiner Luftpumpe, die Luft aus dem innern Raume schnell heraus, wodurch beyde stark an einander gedrückt, und wenn man den Hahn verschloß und sie abnahm, vom Drucke der äußern Luft so fest vereiniget wurden, daß 16 Pferde sie nur mit Mühe aus einander reißen konnten, wobey man einen Knall, wie einen Büchsenschuß, hörte. Oefnete man aber durch Umdrehung des Hahns der äußern Luft den Zugang, so konnte sie Jedermann leicht mit der bloßen Hand aus einander bringen. **Guerike** berechnet den Druck der Luft auf den größten Kreis jeder Halbkugel zu 2686 Pfund; welches aber zu viel ist, weil er die Wassersäule, die der Atmosphäre gleich wiegt, 20 Ellen hoch annimmt, da sie doch nur 32 rheinl. Schuhe zur Höhe hat. Ueberdies war auch der innere Raum bey weitem nicht völlig leer von Luft, und es ist also noch der Gegendruck der zurückgebliebenen innern Luft abzuziehen. Die 2686 Pfund auf 8 Pferde, die an jeder Halbkugel zogen, vertheilt, gäben auf jedes 336 Pfund. Da man nun die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge nur 175 Pfund rechnen kan, so wäre es unmöglich gewesen, die Kugeln durch 16 Pferde aus einander zu reißen, wenn **Guerikens** Rechnung richtig, und sein Vacuum vollkommen gewesen wäre.

Er ließ nachher zwo noch größere Halbkugeln, von einer ganzen Elle im Durchmesser verfertigen, welche von 24 — 30 Pferden nicht aus einander gebracht werden konnten. Die kleinern brachte er auch an einem festen Gestelle in seinem Hofe an, wo sie mehrere Centner Gewichte trugen, ohne aus einander zu gehen.

Diese Versuche zeigte **Guerike** schon im Jahre 1654. auf dem Reichstage zu Regensburg in Gegenwart des Kaisers Ferdinand des Dritten und vieler Großen des Reichs, wodurch die Erfindung der Luftpumpe bekannter und die Lehre vom Drucke der Luft mehr ausgebreitet ward. Weil also diese Halbkugeln in der Geschichte der Physik merkwür-

dig sind, und auch an sich einen schönen Experimentalbeweis von der Größe des Drucks der Atmosphäre abgeben, so sind sie bis jezt unter dem Namen der **magdeburgischen Halbkugeln** ein Theil der physikalischen Experimentalgeräthschaft geblieben. Wie man den Versuch damit bequem einrichte, lehrt **Wolf** (Nützliche Versuche, Th. I. Cap. 5. §. 115 u. f.).

Ottonis de Guerike Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio. Amstelaed. 1672. fol. L. III. cap. 23. 24. 25.

Halbmetalle, Semimetalla, *Demi-metaux*. Diesen Namen führen einige Substanzen, welche alle Eigenschaften der Metalle, als Schwere, Undurchsichtigkeit, Glanz, Unvereinbarkeit mit erdichten Materien u. s. w. nur die Dehnbarkeit ausgenommen besitzen, vom Feuer aber in Dämpfe verwandelt werden — **feuer-unbeständig-undehnbare** Metalle. Die neuern Chymisten sehen die sonst sehr gebräuchliche Eintheilung in Metalle und Halbmetalle nicht mehr für wesentlich an, da man jezt Mittel findet, Substanzen dehnbar zu machen, die sonst zu den Halbmetallen gezählt wurden.

Die bis jezt bekannten Halbmetalle sind der **Spießglaskönig, Wismuth, Kobaltkönig, Arsenikkönig, Nickel** und **Braunsteinkönig**. Man s. die Artikel: **Spießglas, Wismuth, Kobalt, Arsenik, Nickel.** Einige haben das Quecksilber unter die Halbmetalle zählen wollen; es läßt sich aber gefroren unter dem Hammer strecken, und muß daher unter die Metalle gerechnet werden; eben so wie der Zink, den man zu Drathe ziehen und zu Blechen walzen kan, s. **Zink**. Dagegen ist der Nickel erst von Herrn **Cronstedt** den vorher bekannten Halbmetallen beygefügt worden.

Der **Braunstein** (Magnesia nigra, s. vitriariorum, *Manganèse*) ist ein ziemlich harter mineralischer Körper von dunkelgrauer, schwärzlicher oder röthlicher Farbe und von streifichtem Gewebe, den man unter dem Namen der **Glasseife** in den Glashütten braucht, um dem grünen Glase die Farbe zu benehmen. Man hat ihn lange Zeit

für ein Eisenerz gehalten; aber **Pott** (Miscell. Berol. To. VI. 1740. p. 40. sq.) und **Cronstedt** fanden schon, daß er dieses nicht sey. **Sage** führt ihn unter den Zinkerzen auf. Endlich entdeckten **Gahn** im Jahre 1774 und **Bergmann** (Nov. Act. Vpsal. Vol. II. p. 246. sq.), daß er ein ganz neues Halbmetall, den **Braunsteinkönig** (Magnesium), enthalte. Dieser Braunsteinkönig ist brüchig, auf dem Bruche körnicht, weiß und glänzend, und noch härter und strengflüßiger, als das Eisen. Sein Kalk sieht schwarz, und im strengsten Feuer grün aus, wird aber, wenn er mehr Brennbares erhält, weiß. **Lapeirouse** (Obs. sur quelques proprietés de la manganèse, in *Rozier* Journal de phys. To. XVI. p. 156.) und **de Morveau** (ebend. p. 157. und p. 348. sq.) haben diesen König ebenfalls erhalten, und es außer Zweifel gesetzt, daß er ein eignes neues Halbmetall sey. Seine specifische Schwere ist 6,850mal größer, als die des Wassers. In der Luft läuft er bald an, und in feuchter verwittert er zu einem schwärzlich braunen Kalke, der schwerer, als der König, ist. Er löset sich in allen Säuren, vorzüglich in der Salpetersäure, auf. Durch Rösten giebt er einen schwärzlichen Kalk, der bey starkem Feuer in ein gelblich braunes durchsichtiges Glas verwandelt wird.

Das **Wasserbley** (Molybdaena) und **Reißbley** (Plumbago) sind keine Halbmetalle, sondern vielmehr verbrennliche Substanzen, welche etwas Eisen enthalten. **Scheele** fand in dem ersten eine besondere mit Schwefel übersetzte Säure, im letztern viel Brennbares und fixe Luft.

Von dem neuen Metalle, welches **Scheele** und **Bergmann** aus dem Tungstein, die Gebrüder **de Luyart** aber aus dem Wolfram gezogen haben, werde ich bey dem Worte: **Metalle**, etwas anführen.

Macquer chym Wörterb. mit Hrn. Leonhardi Anm. Art. Halbmetalle, Braunstein.

Halbleiter, unvollkommne Leiter der Elektricität, schlechte Leiter, Conductores electricitatis

deterioris conditionis, *Conducteurs imparfaits*. Materien, welche die Elektricität nicht anders, als mit merklicher Schwierigkeit, leiten. Die Grenzen der ursprünglich elektrischen Körper und der Leiter laufen so in einander, daß es einige giebt, in welchen sich in der That eine ursprüngliche Elektricität erregen läßt, und die doch zu gleicher Zeit in einigem Grade leiten, s. **Elektrische Körper, Leiter.** Dieses sind die schlechtesten aus beyden Classen, z. B. trocknes, nicht gedörrtes Holz, trockne und reine Marmor- und Alabasterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, Schildpatt, mit Leinöl imbibirtes oder überkalktes Holz, trocknes Leder, Pergamen, Papier ꝛc. Diese Halbleiter sind durch **Volta's** Erfindung des Condensators der Elektricität merkwürdig geworden, s. **Condensator der Elektricität.**

Halbschatten, Penumbra, *Penombre*. Wenn ein leuchtender Körper nicht als ein bloßer Punkt angesehen werden kan, sondern eine merkliche Größe hat, so haben die Schatten, welche dunkle von ihm erleuchtete Körper ihm gegenüber werfen, keine genau begrenzten Umrisse, sondern verlaufen sich unvermerkt und allmählich aus dem Dunkeln ins Helle. Der blasse, den völligen Schatten umgebende, Streif heißt alsdann der **Halbschatten.**

Man setze, Taf. X. Fig. 50. sey AB ein lothrecht stehender von der Sonne ST beschienener Stab, auf dem wagrechten Boden DE. Dieser wird der Sonne gegenüber den Schatten Ac werfen. Es hat aber die Sonne eine merkliche scheinbare Größe, und ihr Durchmesser ST erscheint aus B, der Spitze des Stabs, unter dem Winkel SBT, welcher ohngefähr 31 Minuten beträgt. Könnte man die Sonne als den bloßen Punkt T ansehen, so würde T in allen Punkten zwischen A und c verdeckt, denen von c gegen E liegenden aber sichtbar seyn, d. i. der Schatten würde genau bis c reichen. Wegen der Größe des Sonnendurchmessers aber bekömmt schon der Punkt C Licht von S, und also erhalten alle zwischen Cc liegende Punkte Licht von einem desto größern Theile der Sonne, je näher

sie an c liegen, bis endlich c von der ganzen Sonnenscheibe erleuchtet wird. Daher hört der völlige Schatten bey C so auf, daß die Dunkelheit nach und nach abnimmt, und erst bey c in völliges Licht übergeht. So ist Cc die Länge des Halbschattens. Diese Länge kan durch trigonometrische Rechnung gefunden werden, wenn die Höhen des obern und untern Sonnenrandes, oder die Winkel C und c, und die Höhe des Stabs AB, gegeben sind. Sie ist alsdann = AB × (cotang. c — cot. C), und wird desto geringer, je größer die Winkel C und c sind, d. i. je höher die Sonne steht. Daher ist der Mittag die schicklichste Zeit für Messungen von Höhen oder Sonnenhöhen vermittelst des Schattens, welche durch den Halbschatten unsicher gemacht werden.

Die dunkeln Himmelskörper, z. B. Erde und Mond, werfen der Sonne gegenüber den Schatten EFH, Taf. IX. Fig. 27., welcher ringsum mit dem Halbschatten EIKF umgeben ist. Dieser Halbschatten begreift die Punkte in sich, welchen nur ein Theil der Sonne vom dunkeln Körper verdeckt wird. Nahe am ganzen Schatten EFH, z. B. bey t und r ist die Dunkelheit groß, und verläuft sich nach und nach ins völlige Licht bey L und M. Der Halbschatten der Erdkugel macht die Beobachtungen der Mondfinsternisse sehr unsicher, s. **Finsternisse.** Ueber die Grade der Dunkelheit in verschiedenen Stellen des Halbschattens hat **de la Hire** (Mém. de Paris. 1711.) Untersuchungen angestellt.

Es kommen aber bey den Halbschatten der Körper die Erfahrungen nicht mit der geometrischen Theorie überein. Die Ursache davon ist die Beugung derjenigen Lichtstralen, welche an den Rändern der dunkeln Körper hinfahren und den Halbschatten begrenzen, s. **Beugung des Lichts.** Der Theorie nach sollten z. B. die Halbschatten von beyden Seiten eines cylindrischen Körpers an der Sonne erst in einer Entfernung von 110 Dicken des Cylinders in der Mitte des ganzen Schattens zusammen kommen, weil die Cotangente von 31 Minuten = 110,8 ist; nach **Maraldi's** Versuchen aber (Mém. de Paris. 1723.) kommen sie schon

in einer Entfernung von 38 — 45 Dicken zusammen. Dies nennt Maraldi den **falschen Halbschatten** (*pénombre fausse*).

Hart, Durum, *Dur*. **Hart** heißt ein Körper, wenn sich seine Gestalt, d. i. die Lage seiner Theile gegen einander durch keinen Druck oder Stoß ändern läßt. Im Gegentheil heißt der Körper **weich**, wenn er Aenderungen seiner Gestalt zuläßt, und diese geänderte Gestalt auch behält; **elastisch** aber, wenn er zwar die Gestalt ändern läßt, aber nach aufhörendem Drucke oder Stoße die vorige wieder annimmt. Nun zeigt die Erfahrung, daß alle zusammengesetzte Körper Aenderungen ihrer Gestalt zulassen. Daher giebt es unter ihnen keinen **vollkommen** oder **absolut harten** Körper, und das Wort Hart drückt insgemein einen blos relativen Begriff aus: wir nennen diejenigen Körper hart, welche zu Aenderung ihrer Gestalt eine große Kraft, oder mehr Kraft als andere, erfordern. So heißt ein Stein hart, wenn er mit dem Stahle Feuer giebt, d. i. wenn zu Trennung seiner Theile eine Kraft erfordert wird, welche zugleich vermögend ist, die Theile des Stahls zu trennen u. s. w.

Wenn man sich Atomen, oder erste untheilbare Elemente der Materie gedenken will, so müssen dieselben unstreitig **vollkommen hart** angenommen werden. Denn da sie keine weitern Theile haben sollen, so läßt sich der Begriff von Aenderung der Lage der Theile auf sie gar nicht anwenden; sie können daher weder weich noch elastisch gedacht werden. Also scheinen doch die Atomen vollkommen hart zu seyn, wenn es auch die zusammengesetzten Körper nicht sind; und die Härte gehört wenigstens unter die hypothetischen Eigenschaften der Materie.

Johann Bernoulli aber (Discours sur le mouvement, in Opp. To. III. no. 135. ch. I.) hat aus Ursachen, welche sich auf die Gesetze des Stoßes und der Stetigkeit gründen, auch den ersten Theilen der Materie die Härte abgesprochen, s. **Stetigkeit**. Es kömmt hiebey freylich auf den Begriff an, den man sich von der Materie über-

haupt machen will; wenn man aber sonst Ursachen hat, Atomen anzunehmen, die doch der Natur der Sache nach hart gedacht werden müssen, so ist das Gesetz der Stetigkeit allein nicht hinreichend, diesen Begriff umzustoßen, weil es sich blos auf Induction aus den Phänomenen gründet, und vielleicht manche Ausnahmen leiden kan, wenn man auf die ersten Ursachen der Dinge zurückgeht.

Was die Härte der zusammengesetzten Körper betrifft, so ist dieselbe, im gewöhnlichen Sinne genommen, eine Folge des Zusammenhangs ihrer Theile, und beruht also mit diesem auf einerley Gründen, s. **Cohäsion.**

Harze, Resinae, *Resines* Die Harze sind im Wasser unauflößliche verbrennliche Substanzen, welche in der Kälte brüchig, wie Glas, sind, bey gelinder Wärme weich werden, und bey größerer Hitze so zähe fließen, daß sie sich zu Fäden ziehen lassen. Sie werden aus den Bäumen und Pflanzen, aus welchen sie ausschwitzen, gesammelt, zum Theil auch, wie das Pech, durch Feuer mit Gewalt herausgetrieben oder durch Auflösung im Weingeiste abgeschieden. Viele Bäume, Wurzeln und Pflanzen sind ganz damit angefüllt. Die gemeinen Harze werden zu Fackeln und Verpichung der Fässer, Schiffe und Kähne, die feinern durchsichtigen zu Bereitung der Firnisse, die aus der Jalappe, dem Scammonium u. a. in der Arzneykunst, die Benzoe und der Storax zum Räuchern gebraucht. Die bey der gewöhnlichen Temperatur schon flüßigen heißen **Balsame.** Das **elastische** oder **Federharz** (Resina elastica, *Caoutchouc*) entsteht durch Eintrocknen eines milchweißen Safts, der in Guiana, Quito, Cayenne und Isle de France aus dem Baume **Heve** läuft (s. *Juliaans* Diss. de resina elastica Cayennensi, Traj. ad Rhen. 1780. 4. im Auszuge in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturg. II. B. 6. St.). Das gemeine Harz wird auch als ein Nicht-leiter in mancherley Absichten beym elektrischen Apparat gebraucht.

Macquer chym. Wörterbuch, **Art. Harze,** und **Leonhardi** in der **Anm.** zu dem **Art. Oel.**

Harzelektricität, negative oder Minus-elektricität, Electricitas resinosa s. negativa, *Electricité resineuse ou negative.* Diejenige Elektricität, welche das gemeine Harz oder Pech, Siegellack rc. durch Reiben mit der Hand, Hasenbalg, Leder und den meisten andern Substanzen erhält. Sie ist, nach Dü Fay's Entdeckung, derjenigen Elektricität, die das glatte Glas durch Reiben mit eben diesen Substanzen erhält, entgegengesetzt, so daß ein elektrisirter Körper, welchen das geriebene Harz anzieht, in eben dem Zustande vom geriebenen Glase abgestoßen wird. **Franklin** und überhaupt alle, welche nur eine einzige elektrische Materie annehmen, erklären die Harzelektricität aus dem **Mangel** dieser Materie, und nennen sie daher die negative oder Minus-elektricität, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: **Entgegengesetzte Elektricitäten.**

Haspel, s. **Rad an der Welle.**

Hauptgegenden, Cardinalpunkte, Plagae cardinales, Cardines mundi, *Points cardinaux.* Die vier Punkte, in welchen der Horizont vom Mittagskreise und Aequator durchschnitten wird. Weil die beyden letztern Kreise auf einander senkrecht stehen, alle drey aber größte Kreise sind, so wird der Horizont durch diese vier Durchschnittspunkte in vier gleiche Theile oder Quadranten getheilt. Wo ihn der Mittagskreis schneidet, da liegen der **Mittags-** und **Mitternachtspunkt,** der letztere nach der Gegend des bey uns sichtbaren Weltpols zu, der erste diesem gegenüber. Eine Linie von einem zum andern gezogen, heißt die **Mittagslinie.** Der Aequator aber bestimmt durch seine Durchschnitte mit dem Horizonte den **Morgen-** und **Abendpunkt** so, daß dem gegen Mittag gekehrten Zuschauer der Morgen zur Linken und der Abend zur Rechten liegt. Diese vier Punkte führen auch die Namen: **Nord, Süd, Ost** und **West,** unter welchen bisweilen nicht allein die Punkte selbst, sondern auch die um sie herumliegenden Gegenden der Himmelskugel verstanden werden, s. **Weltgegenden.**

Hebel, Vectis, *Levier*. Wenn man sich an einer festen unbiegsamen Verbindung von Körpern drey Punkte gedenken kan, um deren einen, den **Ruhepunkt**, die ganze Verbindung sich drehen läßt, indem an den beyden andern Punkten zwo Kräfte einander entgegen wirken, so heißt diese Verbindung ein **Hebel**. Ein Beyspiel hievon giebt der Wagbalken, dessen Ruhepunkt in der Mitte liegt, indeß die Gewichte in beyden Wagschalen den Balken selbst nach entgegengesetzten Richtungen umzudrehen streben. Der Hebel ist die einfachste unter allen Maschinen, und seine Theorie liegt bey der Betrachtung aller übrigen zum Grunde.

Wenn man die Materie des Hebels nebst ihrem Gewichte bey Seite setzt, und sich die genannten drey Punkte blos durch mathematische Linien verbunden denkt, so heißt diese Verbindung ein **mathematischer**, und wenn alle drey Punkte in einer geraden Linie liegen, ein **geradliniger mathematischer Hebel**, wie ACB Taf. X. Fig. 51., CAB Fig. 52. und CBA Fig. 53. Der Ruhepunkt C heißt auch der **Bewegungs- oder Umdrehungspunkt** (centrum motus, *point d'appui*), und das, worauf der Hebel in C liegt, die **Unterlage** (hypomochlium). In manchen Fällen, wie bey Fig. 52. wird es eine Ueberlage; oder es ist eigentlich als ein **Zapfen** anzusehen, um den sich der Hebel dreht, ohne auf- und abwärts weichen zu können.

Liegt der Ruhepunkt C **zwischen** den beyden andern Punkten A und B, an welchen die Kräfte angebracht sind, wie bey Fig. 51., so heißt dies ein **Hebel der ersten Art**, ein **doppelarmichter** oder **zweyseitiger Hebel** (vectis heterodromus), bey dessen Bewegung die Kräfte nach verschiedenen Seiten gehen, z. B. D fällt, wenn E steigt. Befindet sich aber der Ruhepunkt C an einem Ende wie Fig. 52. und 53., so ist es ein **Hebel der andern Art**, ein **einarmichter, einseitiger Hebel** (vectis homodromus), bey dessen Bewegung beyde Kräfte nach einerley Seite gehen. Hier ist nemlich in A eine aufwärts ziehende Kraft D angebracht, welche zugleich mit E steigen und sinken muß.

Unnöthiger Weise nehmen einige, z. B. **Wolf**, noch einen **Hebel der dritten Art**, oder **Wurfhebel** an. Sie unterscheiden nemlich die Kraft von der Last, geben blos dem Falle Fig. 53., wo die Last in der Mitte ist, den Namen **der zweyten Art**, und führen Fig. 52., wo sich die Kraft in der Mitte befindet, als **die dritte Art**, auf. Es ist aber diese Abtheilung ganz überflüßig, weil Kraft und Last blos bey der Ausübung unterschieden, in der Theorie aber zusammen als zwo entgegengesetzte Kräfte betrachtet werden müssen.

Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel.

Am geradlinigten mathematischen Hebel stehen senkrecht wirkende Kräfte D **und** E **im Gleichgewichte, wenn sie sich verkehrt, wie ihre Entfernungen oder Abstände vom Ruhepunkte** (s. **Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte**) d. i. wie CB: CA, **verhalten.** So wird z. B. der Hebel Fig. 53. im Gleichgewicht stehen, wenn das in der Entfernung CB angebrachte Gewicht E doppelt so groß ist, als die in der doppelten Entfernung CA aufwärts ziehende Kraft D.

Dieses Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel, auf welchem die ganze Statik und Maschinenlehre beruht, war schon in den ältesten Zeiten bekannt, und wird bereits vom **Archimedes** (De aequiponderantibus Lib. I. Prop. VI. in *Archimedis* Opp. per *Isaacum Barrow*, Lond. 1675. 4. ingl. Archimedis Kunstbücher, verteutscht von J. C. **Sturm** Nürnberg, 1670. fol. Erstes Buch: Von der Flächen Gleichwichtigkeit) aus der Lehre vom Schwerpunkte erwiesen. Man findet den archimedeischen Beweis mit einiger Abänderung in den wolfischen Anfangsgründen der Mechanik, und bey vielen ältern mechanischen Schriftstellern. Archimed hatte ihm die Wendung gegeben, daß er zeigte, es sey kein Grund da, warum sich der Hebel unter der Bedingung, die das Gesetz enthält, auf die eine Seite eher, als auf die andere, drehen sollte, daher er sich gar nicht drehe. Man hat deswegen gesagt, daß Herr von

Leibnitz seinen Satz des zureichenden Grundes aus diesen Büchern des Archimedes entlehnt habe.

Es ist aber dieser archimedeische Beweis, wie schon **Barrow** bemerkt, darum unzulänglich, weil dabey unerwiesen angenommen wird, der Schwerpunkt bleibe einerley, man möge Körper verbinden oder trennen. Daher suchte **Descartes** (Tract. de Mechanica, in Opusc. posth. Amstel. 1701. 4.) die ganze Statik aus dem neuen Grundsatze herzuleiten, daß das wahre Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Masse in ihre Geschwindigkeit gleich sey. Bewegt sich nemlich der **Hebel** ACB, Taf. X. Fig. 54. mit den Körpern A und B um den Ruhepunkt C bis in die Lage aCb, so verhalten sich die bewegten Massen, wie A:B, die Geschwindigkeiten, wie die in gleicher Zeit von ihnen durchlaufenen Räume oder Bogen Aa und Bb. Diese Bogen aber, als ähnliche, welche die beyden gleichen Winkel ACa und BCb messen, verhalten sich wie ihre Halbmesser CA und CB, daher CA:CB das Verhältniß der Geschwindigkeiten ist. Also sind nach dem Satze des **Descartes** die Kräfte, mit denen sich A und B bewegen, wie $A \times CA : B \times CB$. Ist nun $A : B = CB : CA$, so folgt

$$A \times CA = B \times CB$$

oder die bewegenden Kräfte sind einander gleich, suchen aber den Hebel auf entgegengesetzte Seiten zu drehen, daher er nach dem allgemeinen Satze des Gleichgewichts in Ruhe bleiben muß. Dieser allerdings sehr scharfsinnige Beweis, der eigentlich darauf beruht, daß es gleichen Aufwand von Kraft erfordert, 1 Pfund 2 Schuh hoch, und 2 Pfund in gleicher Zeit 1 Schuh hoch zu heben u. s. w. bleibt doch den Einwendungen ausgesetzt, daß das cartesianische Maaß der bewegenden Kräfte für einen Grundsatz nicht Evidenz genug hat, und daß im Gleichgewichte, wo der Hebel still steht, gar keine Geschwindigkeit betrachtet werden kan. Wenn gleich auf letzteres die Cartesianer antworten, es sey doch beym Gleichgewichte Kraft, oder Streben nach Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit (sollicitatio ad motum, velocitas virtualis) vorhanden, die man in

diesem Falle statt der wirklichen Geschwindigkeit setzen könne, so entkräftet doch die Einwendung noch immer die mathematische Schärfe dieser Demonstration.

Newton (Princip. L. I. Axiom. 3. Coroll. 2.) leitet das Gesetz des Gleichgewichts am Hebel aus der Lehre von Zusammensetzung der Kräfte her, und **Varignon** (Nouvelle Mecanique ou Statique, à Paris, 1725. 4.) hat auf diese Lehre die ganze Statik und Mechanik gebaut. **Johann Bernoulli** aber (Variae prop. mechanico-dynamicae, Opp. To. IV. no. 177. §. V.) behauptet, es müsse vielmehr die Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte auf die Theorie des Hebels gegründet werden, wenn man einen Cirkel im Beweisen vermeiden wolle. Bey diesen Unvollkommenheiten der Beweise des ersten statischen Grundgesetzes sagte **d'Alembert** mit Recht (Traité de Dynamique, à Paris, 1743. 4. préface), man sey mehr bemüht gewesen, das Gebäude der Mechanik zu vergrößern, als dessen Eingange Licht zu geben; man habe den Bau immer fortgesetzt, ohne für die gehörige Festigkeit des Grundes zu sorgen. Herr Hofrath **Kästner** (Vectis et compositionis virium theoria evidentius exposita; Lips. 1753. 4.) hat endlich diesem Mangel abgeholfen, und einen völlig scharfen Beweis für das Gesetz des Hebels gegeben, nach dessen wiederholter Bekanntmachung er erst einige ähnliche Betrachtungen in des **de la Hire** Mechanik fand. Ich will diesen Beweis hier in möglichster Kürze mittheilen.

Wenn an dem doppelarmichten Hebel die beyden auf ihn senkrecht wirkenden Kräfte gleich groß und gleich weit vom Ruhepunkte entfernt sind, so kan keine von beyden die andere überwinden. Denn eben die Ursachen, welche der einen das Uebergewicht geben könnten, gelten auch von der andern; folglich heben sich beyde Kräfte auf, und es entsteht ein Gleichgewicht. Dieser Satz hat Evidenz genug für einen Grundsatz. Die Unterlage C, Taf. X. Fig. 51. hat in diesem Falle die Summe von D und E, oder D zweymal zu tragen. Wenn also anstatt der Unterlage nur eine Kraft nach der Richtung CF zöge, die der Kraft D oder E zweymal

genommen, gleich wäre, so würde diese den Hebel tragen, und alles würde ruhen.

Nun nehme man an diesem Hebel das Gewicht D weg, und befestige dagegen den Punkt A so, daß er weder aufwärts noch unterwärts weichen kan, so wird sich der doppelarmichte Hebel in den einarmichten Taf. X. Fig. 52. verwandeln, wo die Kraft AD = 2 E oder doppelt so groß, als die in B angebrachte, B aber noch einmal so weit vom Ruhepunkte C entfernt ist, als A; und wo sich unter diesen Umständen die einfache und die doppelte Kraft das Gleichgewicht halten.

Aber, wenn man nun diesen einarmichten Hebel jenseits der Unterlage um das Stück CF, Fig. 55., verlängerte, das dem Stücke CA gleich wäre, so würden unstreitig zwey Pfund an F gehenkt eben so stark unterwärts nach der Richtung FG ziehen, als zwey Pfund in A, die nach der Richtung AD zögen. Aber die letztern zwey Pfund stehen im Gleichgewichte mit einem Pfunde, das noch einmal so weit vom Ruhepunkte in B ziehet: also halten auch zwey Pfund und ein Pfund am doppelarmichten Hebel einander das Gleichgewicht, wenn das eine Pfund E zweymal weiter vom Ruhepunkte C entfernt ist, als die zwey Pfund G am andern Arme.

Eben so kan man weiter schließen, daß in beyden Arten des Hebels das dreyfache Gewicht dem einfachen das Gleichgewicht hält, wenn das einfache dreymal weiter vom Ruhepunkte entfernt ist; das vierfache dem einfachen, wenn dieses viermal weiter entfernt ist u. s. w. Ueberhaupt also, daß das n fache Gewicht dem einfachen das Gleichgewicht hält, wenn das einfache n mal weiter vom Ruhepunkte absteht, als das n fache.

Wenn sich endlich die Kräfte D und E Taf. X. Fig. 56. überhaupt, wie m : n, und ihre Entfernungen CA und CB, wie n : m, verhalten, so nehme man CP so groß, daß es in CA n mal, in CB m mal enthalten ist, und stelle sich bey P ein angehangnes Gewicht L = n. D = m. E, und eine eben so große aufwärts nach PQ gerichtete Kraft vor. Beyde halten einander ungezweifelt das Gleichgewicht.

Aber die Kraft nach PQ hält auch mit D das Gleichgewicht, weil sie n mal größer als D, dafür aber D n mal entfernter vom Ruhepunkte C ist: und das Gewicht L hält mit E das Gleichgewicht, weil es m mal größer als E, dafür aber E m mal weiter entfernt von C ist. Mithin müssen sich auch D und E selbst das Gleichgewicht halten. Da sich jedes Verhältniß durch zwo ganze Zahlen ausdrücken läßt, welche für m und n gesetzt werden können, so gilt dieser Beweis bey jedem Verhältnisse der Kräfte, und es erfolgt überhaupt ein Gleichgewicht am Hebel der ersten Art, **wenn sich die Kräfte verkehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkte, verhalten.**

Daß aber dieser Satz auch vom einarmichten Hebel gelte, erhellet sogleich, wenn man Cb = CB nimmt, und für E eine an b aufwärts nach b e ziehende Kraft = E substituirt. Es bleibt hiebey alles in Ruhe, weil die Kraft E bey b eben so auf die Umdrehung des Hebels wirkt, als das Gewicht E in der gleichgroßen Entfernung CB wirkte. Daher ist die Kraft bey b mit D im Gleichgewicht, wenn sie sich zu D wie n : m, ihre Entfernung Cb aber zur Entfernung CA, wie CB zu CA, d. i. wie m : n verhält. So ist das Gesetz des Gleichgewichts für beyde Arten des Hebels erwiesen.

Dieser Theorie zufolge steht ein Pfund mit tausend Pfunden im Gleichgewichte, wenn der Arm des mathematischen Hebels, woran das eine Pfund wirkt, tausendmal länger, als der andere Arm, ist. Unter diesen Umständen muß sogar ein Pfund Kraft mit einem hinzukommenden geringen Zusatze eine Last von 1000 Pfunden in **Bewegung** setzen können. **Athenäus** (Deipnosophisticorum L. V.) erzählt, Archimed habe durch Maschinen den König Hieron mit seiner Hand ein Schiff bewegen lassen, und ihm, da er sein Erstaunen bezeugt habe, geantwortet: Gieb mir einen Standpunkt, so will ich die Erde bewegen. Dieser kühne Ausspruch hält zwar keine genaue Prüfung aus (s. *Sturm* Diss. Terra machinis immota, Altorf. 1691. 4), ist aber doch im gehörigen Sinne genommen in sofern richtig, als die

Theorie an sich den Verstärkungen der Kräfte durch den Hebel gar keine Grenzen setzt.

Wenn sich die Kräfte verkehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte verhalten, so muß das Product der einen Kraft in ihre Entfernung, dem Producte der andern in die ihrige gleich seyn. Man nennt daher dieses Product das **Moment** (momentum staticum), und drückt das Gesetz des Gleichgewichts am Hebel auch so aus: **Wenn die Momente auf beyden Seiten gleich sind, so erfolgt ein Gleichgewicht,** und wenn ein Gleichgewicht erfolgen soll, so müssen die Momente gleich seyn.

Wird der im Gleichgewichte stehende Hebel bewegt, wie Taf. X. Fig. 54., so verhalten sich die Wege, welche die Kräfte in gleichen Zeiten zurücklegen, wie die Arme des Hebels CA und CB, d. i. verkehrt, wie die Kräfte selbst. Ein Pfund also, das vier Pfund bewegt, muß vier Schuh weit gehen, indem die vier Pfund nur einen Schuh durchlaufen; es muß sich also viermal so geschwind bewegen. Je geringer die Kraft ist, womit die Last bewegt wird, desto größer muß die Geschwindigkeit der Kraft gegen die Geschwindigkeit der Last seyn. Man drückt diesen Satz so aus: **Soviel man an Kraft gewinnt, soviel verliert man an Geschwindigkeit.** Dies ist ein allgemeines Gesetz der Maschinenlehre, und wer 100 Pfund mit 1 Pfund heben will, muß die Kraft durch 100 Schuhe gehen lassen, wenn die Last um 1 Schuh gehoben werden soll.

Schiefer Zug der Kräfte.

Alles Bisherige ist nur von Kräften erwiesen worden, welche **senkrecht** an den Armen des Hebels wirken. Jetzt aber ziehe eine Kraft K, Taf. XI. Fig. 57. an dem Hebel CB unter dem **schiefen** Winkel CBK. Wenn man aus dem Ruhepunkte C auf die Richtung der Kraft BK das Perpendikel CP fället, und sich vorstellet, das rechtwinklichte Dreyeck CPB könne um C gedrehet werden, so wird die Kraft K, bey P an die Linie CP angebracht, an dieser Linie mit dem **Momente** $K \times CP$ wirken. Sobald sie aber CP dreht, dreht sie zugleich das ganze Dreyeck CPB

eben so stark mit, daher auch die Linie CB. Also ist das Moment, womit sie auf die Umdrehung von CB wirkt, auch = K × CP. Es ist aber ganz einerley, ob die Kraft K bey P angehangen und durchs Dreyeck CBP mit B verbunden, oder ob sie unmittelbar an B angebracht ist. Daher wird das Moment, für den schiefen Zug BK an B, durch das Product der Kraft in die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie der Kraft gefällte Perpendicularlinie CP ausgedrückt. Versteht man nun, wie dies in der Statik gewöhnlich ist, unter dem Worte: **Entfernung vom Ruhepunkte** diese Perpendicularlinie aus C auf die Richtung der Kraft BK, (s. **Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte**), so wird auch für den schiefen Zug das Moment dem Producte der Kraft in die Entfernung gleich, und so gelten alle für den senkrechten Zug erwiesene Sätze auch für den schiefen.

So werden am Hebel ACB, Taf. XI. Fig. 58. die schiefziehenden Kräfte D und E im Gleichgewichte seyn, wenn sie sich verkehrt, wie die Perpendikel Ca und Cb, die aus C auf ihre Richtungslinien AD und BE gefällt worden, d. i. wie ihre Entfernungen, verhalten. Denn ihre Momente sind D × Ca und E × Cb; und das Gleichgewicht erfolgt, wenn diese gleich sind, oder wenn

$$D : E = Cb : Ca.$$

Wenn man beyder Kräfte Richtungen so weit verlängert, bis sie sich I schneiden, so giebt die Linie CI die Richtung an, nach welcher die Unterlage gedrückt wird, die **mittlere Richtung der Kräfte**. Verlängert man AI und CI ein wenig, und zieht, wo man will, ed mit BI parallel, so bildet Ied ein Dreyeck, dessen drey Seiten den Richtungen der äußern Kräfte und der mittlern parallel laufen, und dessen Seiten Id, de und eI sich, wie die Kräfte D, E und der Widerstand der Unterlage, verhalten. Dies hängt mit **Stevins** Satze vom Gleichgewichte dreyer Kräfte zusammen; s. **Gleichgewicht**.

Weil der Perpendikel Ca = CA. sin. A, also das Moment der Kraft D = D. CA. sin. A ist, und sich daher, wenn D und CA einerley bleiben, wie der Sinus von A, ver-

hält, so folgt, daß eine Kraft am Hebel mehr vermöge, wenn sie senkrecht, als wenn sie schief angebracht ist. Beym senkrechten Zuge nemlich ist A ein rechter Winkel, daher sein Sinus dem Sinustotus gleich und größer, als in jedem Falle, wo A ein schiefer Winkel ist.

Daß alle diese Sätze auch vom **Winkelhebel**, oder **gebrochnen Hebel**, vom **krummlinigten Hebel**, und von jeder Verbindung gelten, in welcher sich drey Punkte für Ruhepunkt und zwo entgegengesetzte Kräfte denken lassen, erhellet daraus, weil in allen diesen Fällen die ganze Ebne, in welche sich diese Punkte bringen lassen, von jeder Kraft mit eben dem Momente und eben so stark um den Ruhepunkt gedrehet wird, als wenn diese Kraft an einer auf ihre Richtung senkrechten Linie durch den Ruhepunkt wirkte, woraus die Schlüsse eben so, wie beym schiefen Zuge, folgen, s. **Winkelhebel** Das angeführte Gesetz des Gleichgewichts ist also allen mathematischen Hebeln gemein.

Physischer Hebel.

Wird das Gewicht des Hebels selbst mit in Betrachtung gezogen, wie dies allerdings in der Ausübung geschehen muß, so heißt der Hebel ein **physischer**. Man kan ihn als ein neues Gewicht ansehen, das im Schwerpunkte des Hebels angebracht wäre, s. **Schwerpunkt**, dessen Moment besonders berechnet, und zu dem Momente der Seite, auf die es fällt, hinzugesetzt werden muß. Sind alsdann die Momente beyder Seiten gleich, so steht der physische Hebel im Gleichgewichte.

Wäre z. B. Taf. XI. Fig. 59. der Hebel ACB 10 Pfund schwer, und 6 Schuhe lang, bey C, einen Schuh weit von A, durch eine Unterlage gestützt, in A mit 300, und in B mit 56 Pfund beschwert, so würde man sich sein ganzes Gewicht von 10 Pfunden in seiner Mitte, oder im Schwerpunkte V beysammen gedenken, und ihn übrigens als einen mathematischen Hebel betrachten können. Dann wären die Momente linker Hand $= 300 \times 1$; rechter Hand $= 56 \times 5 + 10 \times 2 = 300$, also der Hebel im Gleichgewichte.

Sollte eben dieser Hebel, wie Taf. XI. Fig. 60. als einer der zweyten Art gebraucht, und bey A, einen Schuh weit von C mit 300 Pfund beschwert werden, so müßte am andern Ende B eine Kraft von 55 Pfund aufwärts ziehen, um das Gleichgewicht zu bewirken. Denn so wären die herabwärts wirkenden Momente $= 300 . 1 + 10 . 3 = 330$; das aufwärts wirkende $= 55 . 6 = 330$, also beyde gleich groß. So läßt sich aus den sechs Stücken: Größe beyder Kräfte, Entfernung derselben, Gewicht des Hebels, Abstand seines Schwerpunkts vom Ruhepunkte, ein jedes finden, wenn die fünf übrigen gegeben sind, wozu in den Lehrbüchern der Statik umständliche Anweisungen vorkommen.

Sind aber bey noch unbekanntem Ruhepunkte die Kräfte und ihre Stellen nebst dem Gewicht und Schwerpunkte des Hebels gegeben, so findet man daraus den Ort des Ruhepunkts, wenn man nach der beym Worte: **Schwerpunkt** mitgetheilten Regel den **gemeinschaftlichen Schwerpunkt** des Hebels und der beyden Kräfte sucht. Dieser Schwerpunkt ist alsdann der Ruhepunkt.

Der Hebel ist das einfachste, und eben darum auch eines der wirksamsten Rüstzeuge. Das Reiben beträgt bey ihm nur wenig, und die Kraft kan daher fast eben so viel ausrichten, als die Theorie angiebt, welches sich kaum von irgend einer andern Maschine sagen läßt. Eine seiner nützlichsten Anwendungen ist die Wage, s. **Wage**. Die Arten, den einfachen Hebel als Rüstzeug zu Verstärkung der Kraft zu gebrauchen, sind unzählbar, und fallen bey einiger Aufmerksamkeit überall in die Augen, wo man Menschen arbeiten sieht. In seiner ganz einfachen Gestalt ist er unter dem Namen des **Hebebaums** bekannt.

Die größte Unbequemlichkeit beym Gebrauche des einfachen Hebels ist, daß man die Last durch ihn nicht hoch heben kan, weil sein kürzerer Arm nur Kreisbogen von einem sehr kleinen Halbmesser beschreibt, und also die Last kaum um die Größe eines solchen Halbmessers erhebt. Dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, hat man Vorrichtungen erfunden, wo ein Hebel auf abwechselnden Unterlagen ruhen kan, von denen die folgende immer höher liegt, als die

vorhergehende, wobey der Hebel mit der daran befindlichen Last stufenweis von einer zur andern gebracht wird. Oder man versieht seinen kurzen Arm mit Bügeln, die in eine gezahnte Stange einfallen, und diese mehreremale nach einander, jedesmal um einen Zahn, höher heben. Diese Vorrichtungen begreift man zusammen unter dem Namen der **Hebladen**. Sie werden zum Erstenmale bey einem französischen Schriftsteller (Recreations mathematiques, Rouen, 1634. Part. II. Probl. 21.) unter dem Namen: *Levier sans fin*, und aus demselben beym **Schwenter** (Mathematische Erquickstunden, Nürnb. 1651. 4. Funfzehnter Theil, 23 Aufg.) sehr undeutlich erwähnt, von **Leupold** aber (Theatr. machinarium, Cap. V. Taf. 16. 17.) deutlich beschrieben und abgebildet. Besondere Hebladen, Bäume umzustürzen und Wurzelstöcke aus der Erde zu reißen, beschreiben **Böse** (Hebmaschine, Göttingen, 1771. 8.), **Polhem** (Abhdl. der schwed. Akad. der Wiss. XVIII. B. der Uebers. S. 193.) und **Silberschlag** (Closter-Bergische Versuche, Berlin, 1768. 6 Vers. S. 169.).

Außerdem findet der Gebrauch des Hebels und die Anwendung seiner Gesetze im gemeinen Leben bey tausenderley Verfahren statt, ohne daß man immer darauf Achtung giebt, oder die Gesetze selbst kennt. Der Geisfuß der Mäurer, die Ruder, Messer, Scheeren, Zangen, Hammer, Bohrer, u. dgl. sind einfache oder zusammengesetzte Hebel, deren Wirkungen dem allgemeinen Gesetze dieses Rüstzeugs folgen. So besteht die Scheere aus zween Hebeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Ruhepunkt drehen, und wo der Widerstand, den die Theile des zu zerschneidenden Körper ihrer Trennung entgegensetzen, die Stelle der Last vertritt. Sehr oft wird auch der Hebel so angebracht, daß er die Geschwindigkeit der Bewegungen vergrößern soll, in welchem Falle die Last weiter vom Ruhepunkte entfernt seyn muß, als die Kraft.

Auch die Muskeln des thierischen Körpers wirken bey Bewegung der Glieder nach den Gesetzen des Hebels. Die Natur hat hiebey mehrentheils diejenige Art des einarmich-

ten Hebels gebraucht, bey welcher die zu bewegende Last weiter, als die Kraft, entfernt ist, und welche einige Schriftsteller unter dem Namen des **Wurfhebels** besonders unterschieden haben, wobey noch überdieß die Richtung der Muskelfasern sehr schief an die als Hebel wirkenden Knochen angebracht ist. Hiebey muß nun die Kraft ungemein viel stärker, als die Last, seyn; dagegen wird aber auch durch die geringste Bewegung der Kraft, der Last eine sehr große Geschwindigkeit mitgetheilt. Wenn wir z. B. eine Last mit ausgestrecktem Vorderarme halten, so ist im Ellenbogen der Ruhepunkt, und der Vorderarm selbst bildet einen Hebel, gegen den die Last senkrecht wirkt, indeß die Muskelfasern fast mit dem Hebel parallel laufen, und ihn endlich nur unter einem sehr spitzigen Winkel schneiden. Daher ist hier die Entfernung der Kraft ungemein viel geringer, als die Entfernung der Last, und die Kraft der Muskeln muß weit größer seyn, als die Last, die man in dieser Stellung halten kan. **Borellus** (De motu animalium, Lugd. Bat. 1685. 4. P. I. cap. 14.) und **Nieuwetyt** (Gebrauch der Weltbetrachtung, aus dem Holländ. von **Segner**, Jena, 1747. 4. X Betr. S. 104.) haben hieraus Untersuchungen über die ungemeine Kraft der Muskeln angestellt, s. **Muskeln**. Die Natur scheint diese Einrichtung gewählt zu haben, um den Raum, durch den sich die Kraft bewegen muß, wenn sie der Last eine beträchtliche Geschwindigkeit geben soll, so klein, als möglich, zu machen.

Kästners Anfangsgr. der angewandten Mathematik, der math. Anfangsgr. II. Theil. 1ste Abtheil. Mechanische und Optische Wiss., Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. Mechanik. §. 25. u. f.

Erxleben Anfangsgründe der Naturl. durch Lichtenberg, Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. §. 74—83.

Heber, Sipho, *Siphon*. Diesen Namen führt eine aus zween Schenkeln bestehende an beyden Enden offne Röhre, ABC, Taf. XI. Fig. 61 und 62, deren Gestalt übrigens willkührlich ist, und deren man sich bedienen kan, um flüßige Materien aus einem Gefäße, durch den Druck der Luft auslaufen zu lassen, oder auszuheben.

Wenn eine solche Röhre mit der Oefnung A in ein Gefäß mit Wasser gesenkt wird, so steigt das Wasser in ihr von selbst eben so hoch, als es im Gefäß steht, d. i. bis DE, Fig. 61. Bringt man es aber durch Saugen bey C, oder durch andere Mittel so weit, daß der ganze Heber bis C voll Wasser wird, so wird er bey C anfangen auszulaufen, und damit so lang fortfahren, bis die Wasserfläche DE im Gefäße unter A herabgesunken ist, und also kein Wasser mehr in die Oefnung A eintreten kan. Es wird also das zwischen DE und A enthaltene Wasser bis B gehoben, wovon diese Vorrichtung den Namen des **Hebers** erhalten zu haben scheint.

Die Atmosphäre nemlich treibt durch ihren Druck gegen die Wasserfläche DE, das Wasser herab, daß es durch die Oefnung A in den Heber treten, und über DE hinaus bis B steigen muß, wo diesem Drucke der Luft eine Wassersäule von der Höhe BE oder BH entgegen wirkt, und also (wenn die specifische Schwere des Wassers = 1, der Queerschnitt des Hebers bey B = b^2 gesetzt wird) der Druck, womit das Wasser in B nach der rechten Hand getrieben wird, $= b^2 . (32 \text{ Fuß} - BH)$ übrig bleibt. Dagegen drückt aber auch die Atmosphäre gegen C aufwärts, und strebt das Wasser im Schenkel BC zu erheben, oder bey B nach der linken Hand zu treiben. Diesem Drucke wirkt das Wasser in BC entgegen; es wird also das in B mit dem Drucke $b^2 . (32 \text{ Fuß} - BC)$ nach der linken Hand getrieben. Der Erfolg kömmt nun darauf an, welche von beyden Drückungen die größere ist. In dem Fig. 61. vorgestellten Falle ist es die rechter Hand gehende, und das Wasser in B wird also mit der Kraft $b^2 . (32 \text{ Fuß} - BH - 32 \text{ Fuß} + BC) = b^2 . (BC - BH) = b^2\, HC$ nach H zu getrieben, und muß durch C ausfließen. Das Wasser zwischen BA wird durch den Druck der Luft so lange nachgetrieben, als A noch unter Wasser steht, und BC größer denn BH ist, d. h. so lange die ausgießende Oefnung tiefer liegt als die Wasserfläche DE im Gefäße.

Es werden, wenn ein Heber fließen soll, folgende drey Bedingungen erfordert: 1) daß die einsaugende Oefnung A

unter Wasser stehe, 2) daß die Höhen EB und FB nicht über 32 Fuß betragen, 3) daß die ausgießende Oefnung C tiefer, als die Wasserfläche im Gefäße DE, liege. Die erste Bedingung ist an sich klar. Denn sobald die Oefnung A das Wasser nicht mehr erreicht, tritt statt desselben Luft in den Heber, und treibt alles darinn enthaltene Wasser durch C aus.

Die zweyte Bedingung ergiebt sich daraus, daß der Druck der Atmosphäre das Wasser nie höher, als 32 Fuß, heben kan. Geht also BE über diese Grenze hinaus, so wird b^2. (32 Fuß — BH) negativ, das Wasser in B trennt sich, und sinkt gegen DE zurück, bis es nur noch 32 Fuß hoch darüber steht, und über sich bis B einen luftleeren Raum hat. Aus dem Schenkel BC fließt ebenfalls nur soviel, daß noch 32 Fuß hoch Wasser über C steht, und darüber bis B ein leerer Raum bleibt. Ist zwar EB kleiner, aber doch FB größer, als 32 Fuß, so wird der Heber zwar anfangen zu fließen; er wird aber aufhören, sobald die Wasserfläche DE bis 32 Fuß tief unter B gesunken ist, da sich denn das Wasser, wie vorhin, bey B trennen wird. Man kan also des Porta Vorschlag, Wasser durch Heber über Berge zu führen, nicht bewerkstelligen, wenn die Berge über 32 Fuß hoch sind. Sollte Quecksilber durch den Heber fließen, so dürften EB und FB nicht über 28 Zoll seyn u. s. w.

Die dritte Bedingung gründet sich darauf, daß in der Formel b^2. (BC — BH) BC größer als BH seyn, oder C tiefer als H liegen muß, wenn der Werth der Formel positiv seyn, oder das Wasser in B wirklich nach C zu getrieben werden soll. Ist BC = BH, so wird der Druck in B = o, und der Heber steht still, ohne jedoch auszulaufen. Ist aber BC kleiner als BH, so wird der Druck in B negativ, d. h. das Wasser wird von B aus ins Gefäß zurückgetrieben.

Um hievon Beyspiele zu geben, sey Taf. XI. Fig. 63. ABC ein Heber mit gleich langen Schenkeln, deren Oefnungen A und C in einer wagrechten Ebne liegen. So lange DE über A und C steht, wird er allerdings fließen,

weil das Wasser in B mit der Kraft b^2HC nach C getrieben wird. Sobald aber die Wasserfläche DE bis AC herabgesunken, und H bis C gekommen ist, steht er darum still, weil HC = 0 ist, also das Wasser bey B in Ruhe bleibt. Der Heber bleibt aber völlig gefüllt, und wenn man wieder Wasser im Gefäße zugießt, so fängt er von neuem an zu fließen. Setzt man bey C ein Gefäß an, in dem das Wasser höher steht, als bey A, so fließt er zurück, bis das Wasser in beyden Gefäßen gleich hoch steht. Dies ist der sogenannte **würtembergische Heber.**

Eben diese Bewandniß hat es mit dem Heber, Taf. XI. Fig. 64., dessen kürzerer Schenkel BC das Wasser so lange ausgießt, bis die Wasserfläche DE mit der Oefnung C in einerley wagrechte Ebne kömmt. Er hört alsdann aus eben der Ursache auf zu fließen, wie der würtembergische, bleibt aber ebenfalls gefüllt, und fängt bey mehr hinzugegoßnem Wasser aufs neue zu fließen an. Diese beyden Heber zeigen auch, daß der ausgießende Schenkel nicht eben der **längere** seyn müsse, wie die ältern physikalischen Schriftsteller, z. B. **Wolf**, mit Unrecht erfordern. Sie haben vor dem gewöhnlichen Heber, Fig. 61., noch das voraus, daß sie sich nicht ausleeren, wenn sie zu fließen aufhören, und also nicht von neuem gefüllt werden dürfen, wenn man mehr Wasser hinzugießt, oder sie tiefer einsenkt.

Wenn aber bey Fig. 64. die Wasserfläche bey MN, also tiefer als C steht, und man den Heber durch Saugen füllt, so läuft er bey C gar nicht, sondern das Wasser bey B läuft gegen DE zurück, bey C dringt die Luft ein, treibt das Wasser in CB ebenfalls zurück, und macht den Heber leer.

Die Heber waren schon den Griechen bekannt. **Heron** von Alexandrien (Pneumaticorum s. Spiritalium liber ex interpr. Commandini, Paris. 1575. 4.) gedenkt ihrer, und erklärt sie aus der Vermeidung des leeren Raums. **Johann Baptista Porta** (Pneumaticorum libri III. Neap. 1601. 4. L. III. c. 1.) thut den Vorschlag, das Wasser durch einen Heber über Berge zu führen. Um solche

Heber zu füllen, müßten beyde Oefnungen Hähne, und der obere Theil B einen Hahn und Trichter haben. Die Hähne an den Oefnungen würden Anfangs verschlossen, und der Heber durch den Trichter gefüllt; alsdann würde der Hahn am Trichter verschlossen, und die an beyden Enden geöfnet. Diesen Vorschlag wiederholt auch **Schwenter** (Mathematische Erquickstunden, XIII. Theil. 2te Aufg.); beyde wußten noch nicht, daß der Berg kaum 32 Fuß Höhe haben dürfe, und kannten die wahre Ursache dieser Wirkung nicht. **Schwenter** sagt: „Der schwerer Theil nöthigt das leich„ter, daß es in die Höhe steigen muß." **Büchner** (Breslauische Sammlungen, Januar 1720. Cl. V.) hat **Porta's** Vorschlag wirklich ausgeführt.

Als der Druck der Luft genauer bekannt wurde, fieng man bald an, auch das Fließen der Heber aus demselben zu erklären. Es ist eine natürliche Folge aus diesen Erklärungen, daß der Heber im luftleeren Raume zu fließen aufhören müßte, wie dies auch wirklich geschieht, wenn der Versuch mit der gehörigen Genauigkeit angestellt wird. Aber bey der Unvollkommenheit der ehemaligen Luftpumpen, wollten die engen und niedrigen Heber, deren man sich bediente, in welchen das Wasser, wie in jeder Haarröhre, ohne Druck der Luft aufstieg, eine lange Zeit nicht zu fließen aufhören, wenn man sie unter die Glocke der Luftpumpe brachte. **Wolf** (Nützl. Versuche, Th. III. Cap. 9. §. 123.) bemerkt, daß auch ihm die Heber unter der Glocke der Luftpumpe flössen. Einigen war dies genug, um die Erklärungen aus dem Drucke der Luft aufzugeben, und das Fließen der Heber aus einem Zusammenhange des vorangehenden Wassers mit dem nachfolgenden herzuleiten, welches nach Herrn **Kästners** Bemerkung (Anmerkungen zur Markscheidekunst, Göttingen, 1775. 8. in der Vorrede) Stricke aus Wasser flechten heißt. **Homberg** aber (Mém. de Paris. 1714. p. 84.) hat schon sehr richtig bemerkt, daß dieses Fließen unter der Glocke keineswegs den Ungrund der Erklärungen des Hebers beweise. Wenn die Luft unter der Glocke auch 100mal verdünnt wird, welches gewiß mehr ist, als die alten Luftpumpen leisteten, so hebt

sie dennoch das Wasser noch um $\frac{32}{108}$ Fuß oder beynahe 4 Zoll, wozu noch das Aufsteigen des Wassers in engen Röhren, und der Umstand kömmt, daß man sich keines von Luft gereinigten Wassers bediente, daher unter der Glocke immer neue Luft aufstieg (s. *Tetens* de caussa fluxus siphonis bicruralis in vacuo continuati. Butzov. 1763. 4.). Wenn man sich vollkommnerer Luftpumpen, höherer und weiterer Heber und eines wohl von Luft gereinigten Wassers oder noch besser des Quecksilbers bedient, so hört jeder Heber unter der Glocke auf zu fließen. **Hausen** fragte seine Zuhörer, ob der Heber fließen solle, oder nicht, und machte den Versuch, wie sie ihn verlangten.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts machte Johann **Jordan**, ein Bürger zu Stuttgard, zuerst die Bemerkung, daß ein Heber mit gleich langen Schenkeln aus jeder Oefnung Wasser gebe, wenn man die andere in ein Gefäß mit Wasser bringt. Der damalige herzoglich würtembergische Leibarzt, **Salomon Reisel**, machte im Jahre 1684 die erste sehr geheimnißvolle Nachricht davon bekannt, und gab die Sache für etwas Besonderes aus. Aber bald nachher beschrieb **Papinus** (Philos. Trans. 1685. n. 167.) einen solchen Heber, und **Reisel** selbst (Sipho Wirtembergicus per majora experimenta firmatus, Stutgard. 1690. 4.) machte nun die wahren Umstände bekannt. Dieser Heber hat den Namen des **würtembergischen** behalten. Ob er gleich für diejenigen, welche die Theorie genau kennen, nichts Besonderes hat, so machte er doch damals viel Aufsehen, weil man vorher geglaubt hatte, der eingetauchte Schenkel müsse kürzer seyn, als der ausgießende. Man machte viele Versuche, das Wasser damit über 32 Fuß zu heben, welche freylich vergeblich waren. Wenn man diesen Heber, wie Taf. XI. Fig. 65. zeigt, an ein Gefäß anbringt, in welchem die Wasserfläche DE höher, als B, steht, so füllt er sich von selbst, leert das Gefäß bis an A aus, und bleibt gefüllt, wenn er zu fließen aufhöret.

Der **Diabetes des Heron**, Taf. XI. Fig. 66. ist ein versteckter Heber. Durch den Boden BC des Ge-

fäßes ABCD geht eine an beyden Seiten ofne Röhre EF. Diese ist mit einer andern etwas weitern Röhre GHI bedeckt, die sonst allenthalben verschlossen ist, nur am Boden bey G eine Oefnung an der Seite hat. Gießt man Wasser in das Gefäß, so steigt es zugleich in dem zwischen beyden Röhren befindlichen Zwischenraume eben so hoch, als im Gefäße. So lange nun die Wasserfläche im Gefäße niedriger, als die Oefnung E, steht, so lange kan kein Wasser auslaufen. Sobald sich aber diese Wasserfläche über E erhebt, wird das Wasser bey E in die Röhre EF hineintreten und durch dieselbe abfließen. Und weil hier alle Ursachen, wie beym gewöhnlichen Heber, vorhanden sind, so wird der Abfluß so lange fortdauren, bis das Gefäß ganz ausgeleeret ist. Beyde Röhren zusammen machen einen Heber aus, wovon ein Schenkel in dem andern steckt. Diese Einrichtung oder auch ein gewöhnlicher Heber in einem Becher angebracht, und in dem Rande desselben versteckt, macht den **Vexirbecher** aus, der mäßig gefüllt, den Wein hält, ganz voll gefüllt aber bis auf den Boden ausläuft.

Wenn heberförmige Canäle unter der Erde mit natürlichen Brunnen in Verbindung stehen, so kan sich bey trocknem Wetter, wobey der obere Theil dieser Canäle leer bleibt, das Wasser im Brunnen erhalten, da hingegen bey Regenwetter, wenn das Wasser hoch genug steigt, um den Canal bis oben auszufüllen, der ganze Brunnen ausläuft und trocken wird. Solche Brunnen haben Wasser, wenn es trocken ist, und vertrocknen beym Regenwetter.

Der **unterbrochne Heber**, Taf. XI. Fig. 67. (sipho interruptus) hat Schenkel, welche nicht unmittelbar mit einander verbunden sind. Die Steigröhre CE steht in dem ofnen mit Wasser gefüllten Gefäße AB, und ist oben bey E in das luftdicht verschloßne Gefäß FG hineingeleitet. AB gegenüber wird ein anderes mit Wasser gefülltes Gefäß KL angebracht, welches mit FG durch die Röhre HI verbunden, sonst aber ebenfalls gegen das Eindringen der äußern Luft sorgfältig verwahrt ist. Am Boden desselben ist die mit dem Hahne O versehene Röhre MN

angebracht, deren Hahn niedriger liegen muß, als die untere Oefnung C der Steigröhre. Oefnet man diesen Hahn, so läuft das Wasser in KL durch MN ab; die Luft in HI, FG und CE breitet sich in einen größern Raum aus, und der Druck der Atmosphäre treibt das Wasser durch CE in das obere Gefäß. Wenn der Behälter AB einen beständigen Zufluß hat, so kan man zwischen AB und KL eine Verbindung durch eine Röhre mit dem Hahne P machen, zugleich aber auch an FG eine Röhre zum Ablauf mit dem Hahne Q anbringen. Oefnet man nun P und Q, indem O verschlossen ist, so füllt sich KL mit Wasser an, und die dadurch vertriebene Luft nimmt ihren Ausweg durch Q. Wenn KL gefüllt ist, verschließt man P und Q, und öfnet dagegen O, so steigt das Wasser durch CE in die Höhe. Wenn KL wieder leer ist, kan man es aufs neue, wie vorhin, durch Oefnung von P und Q füllen, wobey zugleich das gehobne Wasser aus FG bey Q abfließen wird. Diese Maschine giebt also ein Mittel, das Wasser von A bis Q zu erheben. Es muß aber hiebey die Steigröhre CE viel unter 32 Fuß seyn. Denn da FG nicht ganz luftleer ist, sondern nur verdünnte Luft enthält, so wirkt deren Federkraft dem Drucke der Atmosphäre stets entgegen. Kan sich z. B. die Luft in CE, FG und HI, durch das Auslaufen des Wassers aus KL, durch das Doppelte des vorigen Raums ausbreiten, so ist ihre Federkraft noch halb so groß, als der Druck der Atmosphäre; der letztere kan also das Wasser nur 16 Fuß hoch heben. **Leupold** (Theatr. machin. Hydraul. To. I. §. 12.) beschreibt diese Maschine vollständig, und erinnert mit Recht, KL müsse an körperlichem Raume wenigstens doppelt so groß, als FG, seyn, damit sich die Luft in einen hinlänglich großen Raum verbreiten könne.

Wenn diese Maschine im Großen angebracht werden soll, so ist noch eine besondere Einrichtung dazu nöthig, daß sich die Hähne O, P, Q zu rechter Zeit öfnen und verschließen. **Schott** (Technica curiosa L. V. Cap. 1 — 3.) beschreibt eine solche Maschine, durch welche **Jeremias Mitz**, ein Einwohner in Basel, das Wasser in seinem

Hause in einen erhabnen Behälter leitete. **Leupold** (a. a. O.) giebt eine Einrichtung an, die sich von der Mitzischen nur in Absicht des Mechanismus zur Oefnung der Hähne unterscheidet, auch zeigt er so, wie **Wolf** (Elem. Matheseos, Hydraul. §. 79. 80.), wie sich mehrere dergleichen unterbrochne Heber verbinden lassen, um das Wasser auf beträchtlichere Höhen zu heben.

Wolf giebt auch einige Spielwerke an, die sich mit dem Heber machen lassen. Man kan ihm z. B. die Gestalt einer Schlange geben, die aus einem Bassin das Wasser aussäuft, was ein Storch in selbiges ausspeyt u. dgl. Nimmt man zum Heber eine Glasröhre, wie ABC, Taf. XI. Fig. 62., deren unteres Ende C aufwärts umgebogen und in eine Spitze mit einer engen Oefnung ausgezogen ist, so springt das bey C auslaufende Wasser in die Höhe, und man erhält einen kleinen Springbrunnen, den man an ein Gefäß mit Wasser hängen kan. Auch der unterbrochne Heber, Taf. XI. Fig. 67. kan zum Springbrunnen dienen, wenn man statt des Gefäßes FG eine hohe gläserne Glocke auf einen metallnen Teller küttet, die Steigröhre CE durch den Teller führt und ihr eine zugespitzte Oefnung giebt, wobey das Gefäß KL ganz wegbleiben, und die Röhre HI bis N in einem fortgeführt werden kan. Eine große Anzahl von allerley Hebern beschreibt **Lehmann** (Diss. de Siphonibus, Lips. 1710. 4.).

Die einfachen Heber werden insgemein durch **Saugen** gefüllt. Weil man sie bisweilen zu Liquoren braucht, die man nicht gern in den Mund kommen läßt, so bringt man am längern Schenkel, etwa bey G, Taf. XI. Fig. 61. noch ein aufwärtsgehendes Glasrohr an, an dessen Ende man, indem C mit dem Finger verschlossen wird, so lange saugt, bis der Liquor den ganzen Schenkel BC angefüllt hat. Ein solcher Heber heißt ein **doppelter** (*siphon double, ou de laboratoire*). **Lowitz** (Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnb. 1754. 4.) hat einen Heber angegeben, der sich ohne Saugen füllen läßt. Mit den ge-

meinen Hebern ist dieses leicht durch eine geschickte Neigung derselben zu bewerkstelligen.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math., der mathem. Anfangsgr. II. Th. 1ste Abth. Dritte Aufl. Hydraulik. §. 4 — 8.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathem. Fünfter Theil, Hydraulik, XVI. Abschnitt. §. 248 — 260.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg. Vierte Aufl. §. 252 — 255.

Heber, anatomischer, Sipho anatomicus. Der Freyherr **von Wolf** (Element. Mathes. Hydrostat. Cap. II. §. 52.) beschreibt unter diesem Namen ein blechernes Gefäß DGEF, Taf. XI. Fig. 68., an welches die hohe Röhre HI angelöthet ist. Spannt man über die Oefnung FD eine Blase oder andere häutige Theile des thierischen Körpers, und gießt das Gefäß und die Röhre HI voll Wasser, so wird die Haut nicht nur mit großer Gewalt in Gestalt eines Kugelsegments ausgedehnt, sondern es werden auch durch den starken und gleichförmigen Druck alle Häutchen und Gefäße so aus einander getrieben, daß man sie vermittelst eines kleinen Einschnitts weit bequemer, als sonst, von einander trennen, und die Structur der häutigen Theile sehr genau beobachten kan. Die Blase FD nemlich wird von unten auf mit einer Kraft gepreßt, welche dem Gewichte der Wassersäule FDLK gleich ist, s. **Druck** (Th. I. S. 613.). Bey **Wolfs** anatomischem Heber (Nützliche Versuche, Th. I. Cap. 3. §. 58.) war die Röhre HI 11 Lin. weit, und 250 Lin. höher, als das Gefäß, so daß sie $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser hielt. Das Gefäß selbst hatte 48 Lin. im Durchmesser; die Blase FD ward mit 30 Pfund Gewicht beschwert, welche durch den Druck des Wassers in HI, das doch nur $1\frac{1}{2}$ Pfund wog, wirklich gehoben wurden.

Heberbarometer, s. Barometer.

Heliacus, ortus et occasus siderum, s. Aufgang der **Gestirne**, Untergang der Gestirne.

Heliocentrisch, Heliocentricum, *Héliocentrique.* So nennt man dasjenige, was sich auf den Mittelpunkt der Sonne bezieht, oder wovon man sich vorstellt, als ob

es aus dem Mittelpunkte der Sonne betrachtet würde. Der Ort, den ein Planet, aus der Mitte der Sonne gesehen, unter den Fixsternen einnehmen würde, heißt sein **heliocentrischer Ort**, und dessen Länge und Breite **heliocentrische Länge und Breite** des Planeten. Da die Bewegungen der Planeten um die Sonne, als einen festen Punkt, gehen, und also aus ihr am regelmäßigsten erscheinen, so werden die astronomischen Rechnungen zuerst auf die heliocentrischen Orte gerichtet, wobey sich die gehörigen Berichtigungen leichter anbringen lassen, worauf man denn das Gefundene erst auf den **geocentrischen**, und alsdann auf den wahren Ort reduciret, s. **Geocentrisch**.

Heliometer, Heliometrum, *Héliometre.* Ein Werkzeug, das, an ein Fernröhr angebracht, dienen kan, den scheinbaren Durchmesser der Sonne (oder des Monds) zu messen, wozu die gewöhnlichen Mikrometer nicht bequem sind.

Nach der ersten von **Bouguer** (Mém. de l'Acad. des Sc. 1748.) bekannt gemachten Einrichtung besteht dieses Werkzeug aus einem astronomischen Fernrohre mit zweyen neben einander liegenden Objectivgläsern, welche zwey neben einander liegende Bilder des Gegenstandes machen. Diese Bilder werden beyde zugleich durch ein einziges Ocular betrachtet. Von den beyden Objectivgläsern ist das eine unbeweglich, das andere aber kan jenem mittelst einer Schraube genähert oder auch weiter davon entfernt werden, wodurch sich denn auch die beyden Bilder des Gegenstandes nähern, oder entfernen. Stellt man nun bey Betrachtung der Sonne die Objective so, daß beyde Sonnenbilder sich mit den Rändern berühren, so giebt alsdann die Entfernung der Mittelpunkte beyder Gläser den Durchmesser des Sonnenbilds an, welcher dem scheinbaren Durchmesser der Sonne selbst jederzeit proportional ist. Die Entfernung der Mittelpunkte beyder Gläser wird durch einen am beweglichen Objective angebrachten Zeiger, auf einem Maaßstabe angegeben, wobey die Schraube durch ihre Umdrehung an einer getheilten Scheibe die kleinern Theile be-

stimmt, deren Werth, so wie der Werth der größern Theile des Maaßstabs, wie beym Mikrometer, durch Erfahrung ausgemacht werden muß, s. **Mikrometer.** Hiebey ist es gut, große Objective zu haben, weil bey großen Bildern die Berührung der Ränder schärfer wahrgenommen werden kan. Um die Mittelpunkte in allen Fällen nahe genug an einander bringen zu können, wird von jedem Glase an der Seite, die es dem andern zukehrt, ein Theil abgeschnitten, daß also die Gläser die Gestalt der größern Segmente eines Kreises erhalten. So wird auch dieses Werkzeug von **de la Lande** (Astronomie, §. 2433. der zweyten Ausg.) beschrieben. Umständlicher handelt davon und von der Bestimmung des Werths der Theile am Maaßstabe, Herr **Kästner** (Astron. Abhandl. II. Samml. S. 372. u. f.).

Savery hatte schon im Jahre 1743 der königlichen Societät zu London die Beschreibung eines ähnlichen Werkzeugs übergeben (Philos. Transact 1753. Vol. XLVIII. P. I. no. 26.), um den Unterschied der Sonnendurchmesser in der Erdnähe und Erdferne zu messen, wenn gleich das Fernrohr so stark vergrößerte, daß man den ganzen Durchmesser nicht auf einmal sehen konnte. Hiebey bleiben beyde Objective unbeweglich; die Bilder stehen mit den Rändern von einander ab, und der veränderliche Abstand wird durch ein gewöhnliches im Brennpunkte angebrachtes Mikrometer gemessen. Savery hatte auch schon den Einfall, nicht zwey ganze Objectivgläser zu gebrauchen (weil man selten zwey von genau gleichen Brennweiten findet), sondern ein einziges in Stücken zu zerschneiden, und diese statt der ganzen anzuwenden.

Dollond (Philos. Trans. a. a. O. no. 27.) halbirt ein Objectivglas, und braucht beyde Helften so, wie **Bouguer** die ganzen Gläser. Hiebey kan man die Mittelpunkte C und c, Taf. XI. Fig. 69. so nahe man will, zusammenbringen, also ihre Abstände genauer bestimmen, auch kleinere Winkel, als bey der vorigen Einrichtung, messen. Die beyden Helften bewegt **Dollond** so an einander, wie die Figur zeigt, macht die eine unbeweglich, und mißt die Verschiebung der andern durch einen Maaß-

stab mit einem Vernier ab. Um die Länge des Fernrohrs abzukürzen, schlägt er vor, hinter die beyden halbirten Objective noch ein ganzes von kürzerer Brennweite zu setzen; oder noch lieber die halbirten Objective an der vordern Oefnung eines Spiegelteleskops anzubringen. Werkzeuge nach dem letztern Vorschlage eingerichtet, heißen **Spiegelteleskope mit Objectivmikrometern**. Sie werden häufig gebraucht, weil das Spiegelteleskop wegen der Kleinheit seines Bildes das gewöhnliche Mikrometer nicht wohl zuläßt. Beschreibungen davon findet man bey **de la Lande** (Astron. zweyte Ausg. §. 2438. u. f.) und in einer Disputation von **Hallencreuz** und **Insulin** (De micrometro objectivo, Upsala. 1767. 4.).

Das Heliometer kan überhaupt zu Messung kleiner Weiten am Himmel dienen. **Lambert** (Beyträge zum Gebrauch der Mathem. III Th. Berlin, 1772. 8. Num. VII. §. 25.) beschreibt ein wohlfeiles Werkzeug dieser Art, das er gebraucht hat, Abstände eines Kometen von Fixsternen zu messen.

Kästner Astronomische Abhandlungen, Zweyte Sammlung, Göttingen, 1774. 8. S. 372. u. f.

Helioskop, Helioscopium, *Hélioscope*. Ein Fernrohr, hinter welchem man das Bild der Sonne auf einer Ebne auffängt. Ein astronomisches oder holländisches Fernrohr wird etwas weiter aus einander gezogen, als es, um dadurch zu sehen, nöthig ist. So wird es gegen die Sonne gerichtet, und das dadurch entstehende Bild in einem dunklen Orte aufgefangen. In dieser Absicht wird entweder ein Zimmer verfinstert; oder man steckt das Fernrohr in ein dunkles trichterförmiges Behältniß, dessen Boden mit Papier in Oel getränkt überspannt, oder mit einem mattgeschliffenen Glase verschlossen ist, darauf sich die Sonne abbildet. Auf diesem Papiere oder Glase wird ein Kreis beschrieben, den das Sonnenbild gerade ausfüllt (circulus observatorius), und der durch 5 innere concentrische Kreise in die gewöhnlichen 12 Zolle getheilt wird.

Scheiner (Rosa Ursina, Bracciani, 1626. fol. L. II.

cap. 27.) hat ein Fernrohr im verfinsterten Zimmer zu Beobachtung der Sonnenflecken gebraucht. Er bediente sich des holländischen Fernrohrs, weil damals noch kein anderes bekannt war. **Hevel** (Selenographia, Prolegom. p. 98.) beschreibt dieses Verfahren ausführlich. Von dem sprachrohrförmigen Helioskop, dessen sich **Eimmart** in Nürnberg zu Beobachtung der Sonnenfinsternisse bediente, handelt **Rost** (Astronomisches Handbuch, Th. II. Cap. 11.). Gebraucht man dabey ein astronomisches Fernrohr, so stellt sich das Bild aufrecht dar. Ein ungenannter Italiäner (De heliometri structura et usu. Venet. 1760. 4.) hat an diesem Werkzeuge, das er unrichtig **Heliometer** nennt, noch einige Veränderungen gemacht; es ist aber zu so genauen Beobachtungen, als der jetzige Zustand der Astronomie erfordert, untauglich, und dient blos zu einer bequemen Betrachtung und Abzeichnung der Sonnenscheibe mit ihren Flecken.

Kästner Astronomische Abhandlungen, Zweyte Sammlung. S. 362. u. f.

Hemisphär, s. **Halbkugel**.

Hepatische Luft, s. **Gas, hepatisches**.

Herbst, Spätjahr, Autumnus, *Automne*. Eine der vier Jahrszeiten, welche zwischen den Sommer und Winter fällt, von dem Tag anfängt, an welchem die Sonne beym Niedersteigen in den Aequator tritt, und sich mit dem endiget, an welchem dieselbe im Mittage ihren niedrigsten Stand im Jahre erreicht. Diejenige Helfte der Ekliptik, welche bey uns die niedersteigenden Zeichen vom Krebse bis zum Steinbock enthält, wird vom Aequator im Anfangspunkte der Wage durchschnitten; daher bestimmt der Eintritt der Sonne in die Wage den Anfang, und der in den Steinbock das Ende des Herbsts, welcher also bey uns um den 23. September mit der Nachtgleiche anfängt, und um den 21. December mit dem kürzesten Tage aufhört, s. **Ekliptik**.

In der südlichen gemäßigten Zone enthält die andere Helfte der Ekliptik die niedersteigenden Zeichen, daher der

Herbst mit der Nachtgleiche um den 20. März anfängt, und mit dem kürzesten Tage um den 21. Junius aufhört.

Im gemeinen Leben, wo die Namen der Jahrszeiten mehr auf Temperatur und Witterung, als auf den Stand der Sonne bezogen werden, versteht man unter dem Herbste die unbestimmte Zeit, binnen welcher die Sonnenwärme allmählich abnimmt, die Temperatur rauher und kälter wird, und die ihrer Früchte entledigten Bäume Laub und Saft verlieren.

Herbstnachtgleiche, Aequinoctium autumnale, *Equinoxe d' automne.* Die Zeit, zu welcher die Sonne beym Niedersteigen den Aequator erreicht, an allen Orten der Erde den Tag der Nacht gleich macht, und in unserer gemäßigten Zone den Anfang des Herbsts bestimmt. Da sie alsdann im Aequator selbst steht, und diesen als ihren Tagkreis beschreibt, den jeder Horizont in gleiche Helften schneidet, so ist sie überall 12 Stunden sichtbar und 12 Stunden unsichtbar. Es geschieht dies für die nördliche Helfte der Erdkugel bey ihrem Eintritte in die Wage, jährlich um den 23. September.

Herbstpunkt, Punctum aequinoctii autumnalis, *Equinoxe d' automne.* Derjenige Durchschnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik, in welchen die Sonne, bey ihrem scheinbaren jährlichen Umlaufe, um den 23. September oder zu Anfange des Herbstes tritt, indem sie aus der nördlichen Halbkugel in die südliche niedersteigt. Er ist der Anfangspunkt des Zeichens der Wage, und wird mit 0° ♎ bezeichnet, obgleich das Sternbild der Wage diesen Ort verlassen hat, und der Herbstpunkt anjetzt nahe bey den Sternen auf der linken Schulter der Jungfrau stehet. Er ist dem Frühlingspunkte, oder Anfange der Ekliptik und des Aequators gerade entgegengesetzt, daher beträgt seine gerade Aufsteigung 180°, seine Länge eben soviel, oder 6 Zeichen; seine Abweichung und Breite aber sind = 0.

Hermetisch verschlossen, Hermetice clausum s. sigillatum, *Scellé hermétiquement.* Die ältern Chymisten nannten die Oefnung eines gläsernen Gefäßes oder einer Röhre **hermetisch** verschlossen, wenn man sie am Feuer zugeschmolzen hatte. Diese Benennung hat sich noch erhalten, und wird den Röhren der Barometer und anderer physikalischen Werkzeuge beygelegt, deren Oefnungen man an der Lampe so verschmolzen hat, daß sie die Röhre mit einer ununterbrochnen Wölbung oder in Form einer Spitze vollkommen zuschließen.

Heronsball, s. **Springbrunnen.**

Heronsbrunnen, s. **Springbrunnen.**

Heterogen, Ungleichartig, Heterogeneum, Dissimilare, *Heterogène, Dissimilaire.* Was von verschiedner Art und Beschaffenheit ist. Bestehen Körper aus Theilen von verschiedener Natur, Dichte, Farbe rc. so sind eigentlich diese Theile unter einander heterogen. Manche Schriftsteller nennen aber in solchen Fällen die Körper selbst **heterogene.** Dergleichen sind die Thiere, Pflanzen, auch die meisten Mineralien in ihrem natürlichen Zustande, das Sonnenlicht, die aus verschiedenen Gattungen ungleich gemischte Luft der Atmosphäre u. dgl. Dem Heterogenen setzt man das Homogene entgegen, s. **Homogen.**

Heteroscii, *Heterosciens*, **Einschattichte** *). Die Bewohner der gemäßigten Zonen, welche ihre mittäglichen Schatten das ganze Jahr hindurch nur auf eine Seite werfen. Bey uns ist dies die Nordseite, bey den Bewohnern der südlichen gemäßigten Zone die Südseite. Die Benennung kömmt von dem griechischen ἕτερος, einer, und σκία, der Schatten.

Himmel, Himmelskugel, Himmelsgewölbe, Firmament, Coelum, Sphaera coelestis, Firmamentum, *Ciel, Firmament.* Das blaue Gewölbe, welches

*) Durch ein Versehen ist das Wort: **Einschattichte** unter dem Buchstaben **E** im ersten Theile ausgelassen.

uns zu umgeben scheint, an dem sich, wenn es nicht von Wolken bedeckt wird, die Sonne und die Gestirne zeigen.

Die Sternkunde überzeugt uns, daß diese Wölbung eine bloße Erscheinung sey, obgleich das alte System des **Aristoteles** und der Scholastiker sie als eine wirkliche Hohlkugel betrachtete, und sogar mehrere **feste Himmel** oder in einander steckende Sphären von dieser Art annahm. Die copernikanische Weltordnung aber verschafte von den unermeßlichen Entfernungen und Größen der Fixsterne und des Weltraums richtigere Begriffe, mit welchen die alte Meynung von der Festigkeit der Himmel nicht mehr bestehen konnte; überdies sahe man auch die Kometen nach allerley Richtungen in Bahnen von ungemeiner Größe laufen, und die eingebildeten Sphären ungehindert durchschneiden. **Descartes** setzte daher an die Stelle der ehemaligen festen Himmel sein System des **vollen Raumes** und der **Wirbel**. Er dachte sich das ganze Weltgebäude als absolut erfüllt mit den Theilen seines zweyten Elements, welche um die Himmelskörper in unzählbaren Wirbeln mit schneller Bewegung umliefen. **Newton** hat endlich aus den Erscheinungen der Himmelskörper, aus den immer fortgesetzten Bewegungen der Planeten, aus ihrer nicht abnehmenden Geschwindigkeit, und aus dem freyen Durchgange der Kometen durch alle Gegenden des Himmels erwiesen, daß der Raum, in welchem sich die Himmelskörper bewegen, keine merklich widerstehende Materie enthalten könne, und daß sich darinn nichts, als das Licht, oder vielleicht eine äußerst feine elastische Flüßigkeit befinde, s. **Aether**.

In diesem Raume bewegen sich nun alle Himmelskörper, und unter ihnen auch die mit ihrem Luftkreise umgebne Erdkugel. Jedes Auge auf derselben blickt durch den Luftkreis hindurch in die grenzenlose Ferne des Himmels, und da diese Aussicht nach allen Seiten zu frey ist, außer da, wo sie durch die Erdfläche selbst unterbrochen wird, so entsteht daraus natürlich die Erscheinung einer das Auge

umgebenden ununterbrochenen Rundung — eines auf dem Horizonte aufstehenden Gewölbes.

Die **himmelblaue Farbe** (*couleur azurée*) dieses Gewölbes ist keineswegs, wie die Alten annahmen, dem Himmel oder der Sphäre eigen; sie ist vielmehr eine Wirkung des durch den Luftkreis gehenden Lichts der Sonne und der Gestirne. Die Stellen der Wölbung, an denen wir keine Gestirne erblicken, sollten eigentlich wie alles, was gar kein Licht ins Auge sendet, schwarz erscheinen. Allein das Licht der Sonne und der Gestirne wird von der Erde in den Luftkreis, und von den Lufttheilen wieder auf die Erde zurückgeworfen. Diese Lufttheile lassen die stärksten Lichtstralen, d. i. die rothen, gelben und grünen hindurch, und werfen hingegen die blauen, als die schwächsten, wiederum gegen die Erde und ins Auge zurück. Dies ist **Nollets** Erklärung (Leçons de Physique, To. VI. p. 17.). Fast eben dies kan man auch so ausdrücken, daß das Durchsehen durch eine große Masse von erleuchteter Luft die Empfindung der blauen Farbe errege, daher auch sehr entlegne Gegenstände, z. B. entfernte Gebirge und Wälder, blau aussehen.

Wenn sich in den Anblick der scheinbaren Himmelswölbung keine Urtheile über den Abstand der Stellen einmischten, so müßte sie sich als eine vollkommne Halbkugel darstellen, weil man aus dem bloßen Anblicke nicht wissen kan, ob eine Stelle entfernter als die andere ist. Da wir aber unser Sehen allezeit mit Urtheilen über Entfernung, Größe und Gestalt begleiten, s. **Entfernung, scheinbare**, so thun wir dies auch, selbst ohne uns dessen deutlich bewußt zu seyn, bey der Betrachtung des Himmels, der uns demnach als ein Gewölbe von einer ganz eignen, am obern Theile eingedrückten, Krümmung erscheint, wobey der Horizont 3 — 4mal weiter vom Auge absteht, als der Scheitelpunkt.

Diese **eingedrückte Gestalt** des Himmels gründet sich auf den durch so viele Beyspiele bestätigten Gesichtsbetrug, nach welchem wir alle vor uns nach der Pläne hin liegende Dinge für entfernter halten, als die in gleichem

Abstande über uns gesehenen Gegenstände, s. **Gesichtsbetrüge, Entfernung, scheinbare.** Dem zufolge scheinen uns die niedrigen Stellen des Himmels weiter, die höhern näher zu seyn, und es entsteht daraus die Vorstellung einer stark eingedrückten Wölbung, deren Krümmung nach **Folkes** Bemerkung beym **Smith** (Vollst. Lehrbegriff der Optik, durch **Kästner**, S. 416.) die Gestalt einer Muschellinie hat. **Smith** (a. a. O. S. 55.) giebt eine Methode an, diese Gestalt und ihre Abmessungen genauer zu untersuchen. Er suchte nach dem Augenmaaße diejenige Stelle des Monds, wo derselbe vom Scheitel eben so weit, als vom Horizonte, abzustehen schien. Dies war an dem scheinbaren Gewölbe CDBA (Taf. XI. Fig. 70.) der Punkt B, wo CB = BA geschätzt wurde. Wenn er nun hierauf die wahre Höhe des Monds oder den Winkel BOA mit astronomischen Werkzeugen maß, so fand er ihn = 23°, woraus sich vermittelst einer cubischen Gleichung, oder noch leichter durch geometrische Construction, OC : OA wie 3 : 10 oder nach Hrn. **Kästners** Anmerkung beynahe wie 1 : 3,23 findet. Er bemerkt auch, wenn die Sonne 30° hoch stehe, so scheine sie dem bloßen Auge schon näher am Zenith, als am Horizonte zu seyn, ob sie gleich in der That dem letztern weit näher steht. Und wenn ein Stern in der Höhe von 45°, also gerade zwischen Scheitel und Horizont in der Mitte steht, so wird er nach der Linie OD so gesehen, daß sein Ort D vom Horizonte A über dreymal weiter, als vom Zenith C, abzustehen scheint. Eine nothwendige Folge hievon ist, daß gleiche Winkel, z. B. von 15°, dem Auge am Horizonte weit größer, als am Zenith, aussehen. Ein solcher Winkel faßt am scheinbaren Gewölbe zwischen seinen Schenkeln am Horizonte den Bogen Aa, am Zenith den Bogen Cc, und man irrt sich erstaunlich, wenn man die wahre Größe des Winkels nach diesen Bogen beurtheilt.

Hieraus ergiebt sich nun sehr leicht, warum Sonne, Mond, Entfernungen der Sterne von einander, Breite des Regenbogens, und überhaupt alle scheinbare Größen am **Himmel**, beym Horizonte merklich größer, als in der

Höhe scheinen. Die Ursache ist die scheinbare Gestalt des Himmels, oder, was eben soviel sagen will, weil sie das Auge nach den gewöhnlichen Regeln des Sehens am Horizonte für entfernter nimmt. **Smith** giebt über dieses Verhältniß der scheinbaren Entfernungen OA, Oa, OB, OD, OC, welches zugleich das Verhältniß der scheinbaren Grössen ist, folgende Tabelle:

Höhen		Scheinbare Entfernungen.
0°	—	100
15	—	68
30	—	50
45	—	40
60	—	34
75	—	31
90	—	30

Er erklärt auch hieraus die elliptische Gestalt der Halonen, welche **Newton**, **Whiston** (Philos. Trans. no. 369.) und er selbst, bemerkt hatten, indem der untere Halbmesser des Hofs jederzeit grösser, als der obere, erscheint, welches den verticalen Durchmesser ändert, indem der horizontale ungeändert bleibt. Endlich bestätigt er diese sehr richtige Theorie noch durch die Beyspiele der Kometenschweife und eines von **Cotes** gesehenen Meteors.

Nach dem Anführen des **Roger Baco** (Perspectiv. p. 118. ed. Combach.) soll schon **Ptolemäus**, in seiner verlohren gegangenen Schrift von der Optik, die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Monds am Horizonte auf diese Art erklärt haben, ob er sie gleich in seinem Almagest (L. I. c. 3.), so wie **Strabo** (Geogr. L. III. sub init.), unrichtig aus der Stralenbrechung durch die Dünste herleitet. **Alhazen** im siebenden Buche zeigt, daß die Stralenbrechung vielmehr eine Verkleinerung bewirken müßte, und erklärt das Phänomen für einen Gesichtsbetrug aus der größern scheinbaren Entfernung des Himmels am Horizonte. Diese sehr vernünftige Erklärung welche auch **Hobbes** und **Gassendi** angenommen hatten, ward vom **P. Gouye** (Mém. de Paris, 1700.) und von **Molyneux** (Phil. Trans. no. 187.) wieder bestritten, von De-

saguliers aber aufs neue vertheidigt und durch Versuche bestätiget.

Berkley (Essay towards a new theory of vision, Dublin, 1709. 8. Sect. 68.) glaubt, der Mond sehe im Horizonte größer und entfernter aus, weil er wegen der Dünste matter leuchte. Diese Meynung nimmt auch Euler im dritten Theile der Briefe an eine deutsche Prinzessin (S. 317. u. f.) an, und erklärt daraus zugleich die plattgedrückte Gestalt des Himmels. Smith führt aber gegen diese Erklärung des Berkley an, daß der Mond bey Tage und bey Mondfinsternissen in der Höhe gesehen, auch matter und doch nicht größer erscheine, und daß man aus dieser Hypothese keinen Grund von der Vergrößerung der Sternbilder oder des Abstands der Fixsterne von einander angeben könne. Unstreitig ist es weit richtiger, diese Vergrößerung daraus herzuleiten, daß wir die Gegenstände am Himmel da zu sehen glauben, wo ihre Projection auf das scheinbare Gewölbe hinfällt; die Gestalt dieses Gewölbes selbst aber aus der Verschiedenheit des Urtheils über Entfernungen am Horizonte und in der Höhe, zu erklären, welches Smith sehr umständlich ausführt, und S. 419. noch durch die Erscheinung der lichten Stralen erläutert, welche aus dem scheinbaren Orte der Sonne hinter den Wolken ausfahren.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 504. u. f.

Himmelskugel, künstliche, Globus caelestis artificialis, *Globe céleste.* Eine Kugel von Holz oder Pappe, auf deren Fläche die Punkte und Kreise der Himmelskugel nebst den Sternbildern und Fixsternen in den gehörigen Lagen und Verhältnissen verzeichnet sind, und die in einem dazu schicklichen Gestell gedrehet werden kan — ein Modell der scheinbaren Himmelskugel.

Zwar erscheint uns, dem vorhergehenden Artikel zufolge, der Himmel als ein plattgedrücktes Gewölbe; aber diese unregelmäßige Gestalt hängt blos von einem Urtheile oder Gesichtsbetruge ab, und der Himmel muß, wenn wir bey der reinen optischen Darstellung stehen bleiben, wo uns

nichts von einer verschiedenen Entfernung der Stellen belehrt, für eine Fläche, deren Punkte vom Auge gleich weit abstehen, d. i. für eine das Auge als Mittelpunkt umgebende **Kugelfläche** angenommen werden. Man setze also Taf. VIII. Fig. 2. das Auge in C, so kann der Kreis ZPRQNSHAZ einen Durchschnitt der **Himmelskugel** oder **Sphäre** vorstellen, auf der man sich nun noch folgende Punkte und Kreise gedenkt, die ich hier, weil von jedem ein besonderer Artikel handelt, nur mit wenigen Worten erwähne.

Punkte und Kreise der Himmelskugel.

Die Erde selbst verdeckt uns jederzeit die untere oder **unsichtbare** Helfte des Himmels, welche von der obern **sichtbaren** Helfte durch den größten Kreis HR, Taf. VIII. Fig. 2., der unsere Aussicht begrenzt, den **Horizont**, getrennt ist. Lothrecht auf die Ebne des Horizonts HR geht durch das Auge C die **Scheitellinie** ZN, welche an der Fläche des Himmels über uns den **Scheitelpunkt** oder das **Zenith** Z, unter uns das **Nadir** N trift, s. **Horizont, Zenith, Nadir.**

Die ganze Sphäre scheint sich mit allen daran befindlichen Gestirnen aller 24 Stunden so umzudrehen, daß dabey die Linie PS, die **Weltaxe**, und deren Endpunkte P und S, die **Weltpole**, unbewegt bleiben, alle übrige Stellen aber Kreise wie GF, KI etc. beschreiben, welche alle mit einander parallel laufen, und **Tagkreise** genannt werden. Der in unsern Ländern sichtbare Weltpol P heißt der **Nordpol**, der andere S der **Südpol**. Der größte Kreis ZPQNSAZ, welcher durch Zenith, Nadir und die beyden Weltpole geht, heißt der **Meridian** oder **Mittagskreis**. Er schneidet den Horizont in den Punkten H und R, dem **Mittags-** und **Mitternachtspunkte**, s. **Weltaxe, Weltpole, Mittagskreis.**

Der Horizont und Mittagskreis bleiben bey der täglichen Umdrehung der Sphäre unbewegt. Man sagt, sie liegen in der **unbeweglichen** Himmelskugel, in der sich gleichsam eine andere **bewegliche** umdrehet.

Der größte Tagkreis AQ, der von den Weltpolen P und Q überall um 90° entfernt ist, heißt der **Aequator**, theilt die Sphäre in die **nördliche** und **südliche Halbkugel** AZPRQ und AHSNQ, und schneidet sich mit dem Horizont und Meridian zu gleichen Helften. Mit ihm laufen die übrigen Tagkreise parallel und heißen daher auch **Parallelkreise**, s. Aequator.

Die Sonne durchläuft in ihrer jährlichen Bewegung den größten Kreis der Sphäre FCK, die **Ekliptik**, welche mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ macht, deren **Pole** E und L also von den Weltpolen P und S ebenfalls um $23\frac{1}{2}°$ abstehen. Eben so weit stehen auch der nördlichste und südlichste Punkt der Ekliptik F und K vom Aequator ab. Die Tagkreise oder Parallelkreise dieser Punkte, GF und KI heißen die **Wendekreise**, die Tagkreise der Pole der Ekliptik, ED und TL, aber die **Polarkreise**, s. **Ekliptik, Pole, Wendekreise, Polarkreise**.

Größte Kreise durch die Weltpole, die also auf dem Aequator senkrecht stehen, heißen **Abweichungs-** oder **Stundenkreise**; größte Kreise durch die Pole der Ekliptik, also auf diese senkrecht, **Breitenkreise**.

Einrichtung der künstlichen Himmelskugel.

Auf der Oberfläche einer Kugel ist alles, was zur **beweglichen** Sphäre gehört, nebst den beyden Weltpolen, den Sternbildern und vornehmsten Sternen nach ihrer gehörigen Länge und Breite, verzeichnet, auch sind die Kreise, welche den Aequator und die Ekliptik vorstellen, auf die gehörige Art eingetheilt. Was die Stunden und Breitenkreise betrift, so ist es genug, durch jeden zehnten Grad des Aequators und der Ekliptik einen davon zu ziehen. Durch die beyden Pole wird die messingne Axe PS, Taf. XI. Fig. 71. durchgesteckt, deren Enden bey P und S als feste messingene Stifte nach der Richtung der Axe hervorragen.

Was die **unbewegliche** Sphäre betrifft, zu welcher der Meridian und Horizont gehören, so wird der **Meridian** durch den starken messingenen Kreis oder Ring APQSA vorgestellt, durch welchen die Enden der Axe

bey P und S so hindurchgehen, daß sich die Kugel innerhalb dieses Kreises um die Axe frey herumdrehen läßt. Dieser Kreis ist in die vier Quadranten AP, QP, QS und AS, und jeder Quadrant in seine 90° so getheilt, daß 0° bey A und Q, 90° bey P und S zu stehen kömmt.

Der **Horizont** wird durch den flachen hölzernen oder pappenen, auf 4 Säulen ruhenden und das Gestell ausmachenden Ring HOR vorgestellt, auf welchem sich ein Kreis mit den gewöhnlichen Eintheilungen des Horizonts und den Namen der Weltgegenden befindet. Da es hier der Platz verstattet, so bringt man auf dem Horizonte noch andere brauchbare Dinge, z. B. einen immerwährenden Kalender u. dgl. an. In zween Einschnitte dieses Ringes bey H und R wird der messingene Meridian APQ mit der darinn hängenden beweglichen Kugel eingelegt, der noch überdies um mehrerer Festigkeit willen bey N in einem Einschnitte des Fußgestells ruhet. So stehen Meridian und Horizont fest, und die Kugel läßt sich innerhalb beyder um ihre Axe drehen. Der Meridian muß in den Einschnitten H, N und R so locker liegen, daß man ihn verschieben, und P nach Gefallen höher oder niedriger über R stellen kan.

An dem Stifte P ist ein Zeiger so angebracht, daß er sich zwar mit der Kugel und dem Stifte zugleich umdrehet, doch aber auch, wenn man einige Kraft anwendet, um den Stift allein gedrehet, und anders, als vorher, gestellet werden kan. Den Stift als Mittelpunkt umgiebt ein kleiner am Meridian befestigter Kreis m n, der in 24 gleiche Theile getheilt, und mit den Zahlen der Tagesstunden so bezeichnet ist, daß die 12te Stunde sich in m und in n, oder am Meridiane endigt. Weil eine ganze Umdrehung der Sphäre oder des Zeigers 24 Sternstunden ausmacht, s. **Sternzeit**, so giebt der Zeiger an, wie viel Sternzeit jedem Theile einer Umdrehung zukömmt, und der Kreis m n heißt deswegen der **Stundencirkel**. Man kan ihn entbehren, wenn man den Aequator AQ der beweglichen Kugel selbst in 12te Stunden theilt, wobey sich noch überdies die Theilung bis auf Minuten fortsetzen läßt.

Endlich gehört noch hiezu ein auf die Kugel passender

Quadrant von Messingblech, der in seine 90° getheilt ist, und mit dem einen Ende durch ein Druckschräubchen an einen Punkt des Meridians befestigt werden kan. Er dient, Bogen größter Kreise auf der Kugel abzumessen, und heißt der **Höhenquadrant**, weil er mehrentheils im Zenith eingeschraubt, und zu Abmessung der Höhen gebraucht wird.

Verfertigung der beweglichen Kugeln.

Man könnte, wie ehedem wohl geschehen ist, eine massive Kugel glatt abdrehen, und alsdann auf ihre Fläche die gehörigen Punkte, Kreise und Sternbilder auftragen. Das würde aber theils sehr schwere, theils sehr theure Kugeln geben. Leichter und wohlfeiler erhält man sie, wenn ein Geripp von dünnen hölzernen Reifen mit Gyps in genauer Form einer Kugel überlegt, und dann mit Streifen überzogen wird, welche schon im voraus mit den gehörigen Kreisen und Gestirnen in Kupfer gestochen, und auf Papier abgedruckt sind. Eben das gilt auch von der Bereitung der künstlichen Erdkugeln, daher ich bey dem Worte: **Erdkugel, künstliche**, hieher verwiesen habe.

Ein solcher Streifen könnte etwa wie diejenigen aussehen, die zu Bereitung der Aerostaten gebraucht werden, und im ersten Theile dieses Wörterbuchs bey dem Worte: **Aerostat** (S. 70.) beschrieben, auch daselbst Taf. I. Fig. 8. abgebildet worden sind. Die Linie BCD könnte beym Auflegen in einen Bogen des Aequators gekrümmt und die Punkte A und E in die Weltpole gebracht werden, in denen am Ende die Spitzen aller gebrauchten Streifen zusammen kommen würden. Diesem Vorschlage nach müssen die Linien AB, AC, AD auf der Kugel Quadranten des Meridians, also einander gleich, werden, da sie doch auf dem ebnen Papiere offenbar ungleich sind. Man hilft dieser Schwierigkeit dadurch ab, daß man das Papier anfeuchtet, worauf es sich dergestalt dehnen läßt, daß die kürzere Linie AC sich beym Aufziehen in eine längere streckt. Inzwischen verändert dies doch die Stelle, welche die Kreise und Gestirne auf und neben der Linie AC einnehmen,

und da bey den künstlichen Erd- und Himmelskugeln viel auf die Genauigkeit dieser Stellen ankömmt, so muß bey Verzeichnung der Streifen auf diese Dehnung des Papiers Rücksicht genommen werden.

Vorschriften zur Verzeichnung solcher Streifen findet man unter andern beym **Doppelmayr** (Dritte Eröfnung der Bionschen mathematischen Werkschule, Nürnb. 1721. 4. S. 2.). Die Gründe derselben hat zuerst **Pieter Smit** (Cosmographia, of Verdeelinge van de geheele Wereld, Amsterd., 2te Ausg. 1720.) angegeben. Beurtheilungen davon und die eigentliche Theorie giebt Herr **Kästner** (De fasciis globis obducendis, in Comment. Soc. R. Sc. Gotting. 1778. Class. Mathem.), der auch eine ältere Abhandlung von **Lowitz** über diesen Gegenstand (Comment. Soc. R. Sc. antiquiores, To. I. ad ann. 1778.) hat abdrucken lassen. Die nürnbergischen und augspurgischen Kupferstichhändler verkaufen solche Streifen, nach den Doppelmayrischen Vorschriften gestochen, zu Kugeln von verschiedenen Größen.

Gebrauch der künstlichen Himmelskugel.

Man sieht aus der beschriebnen Einrichtung der künstlichen Himmelskugel leicht, daß sie ein genaues Modell des scheinbaren Himmels selbst darstellet, an dem man also das Meiste, was sich dort im Großen zeigt, im Kleinen nachahmen und abmessen kan, daher sich die meisten Aufgaben der sphärischen Sternkunde durch den Globus mechanisch auflösen lassen. Es ist dazu nichts weiter nöthig, als diesem Modelle für jeden Ort und jede Zeit die gehörige Stellung zu geben.

Man verlangt z. B. die Stellung der Sphäre für Leipzig am kürzesten Tage, Abends um 6 Uhr, vor sich zu sehen. Da die Breite oder Polhöhe von Leipzig ohngefähr $51\frac{1}{3}°$ beträgt, s. **Breite, geographische**, so verschiebe man Taf. XI. Fig. 71. den messingnen Meridian APQS in den Einschnitten H, N, R so lange, bis der Bogen PR, oder die Höhe des Pols P über den Horizont $51\frac{1}{3}°$ enthält. Man suche ferner aus den astronomischen Ephe-

meridan, oder auch aus dem auf dem Horizonte verzeichneten Kalender den Ort der Sonne für den Mittag des gegebnen Tages. Er wird in dem angenommenen Beyspiele ohngefähr 0° ♑ oder im Anfange des Steinbocks seyn. Diesen Ort suche man in der auf der Kugel verzeichneten Ekliptik auf, drehe die Kugel so lange, bis derselbe Ort zwischen P und H unter den Meridian kömmt, halte sie in dieser Stellung fest, und drehe den Zeiger des Stundenkreises bey unverrückter Kugel auf die zwölfte Stunde bey m. Endlich lasse man die Kugel los, und wende sie so lange weiter nach der Abendseite um, bis der Zeiger die sechste Abendstunde trift, so zeigt der Globus im Kleinen die Stellung des Himmels für diese Zeit in einem genau ähnlichen Modelle. Man wird daran sehen, daß die Sonne schon tief unter dem Horizonte sey, man wird finden, welche Gestirne nach jeder Weltgegend zu über dem Horizonte stehen, welche eben im Auf- oder Untergehen begriffen sind, welche im Mittagskreise stehen; der Höhenquadrant im Scheitelpunkte angeschraubt, wird die Höhe jedes Sterns angeben u. s. w.

Führt man den Ort der Sonne oder das Bild eines Sterns in den Mittagskreis oder in den Morgen- und Abendhorizont, so giebt der Zeiger auf dem Stundencirkel die Stunde der Culmination, oder des Auf- und Untergangs an, woraus sich bey der Sonne die Tageslänge, bey den übrigen Gestirnen die Dauer ihrer Sichtbarkeit u. dgl. finden läßt.

Es ist hier nicht der Ort, die mannichfaltigen Aufgaben, die sich hierdurch mechanisch auflösen lassen, umständlich anzuführen. Es handeln davon die meisten Lehrbücher der Sternkunde; außerdem auch eigne Anweisungen von **Blaeu** (Institutio astronomica de usu globorum, Amst. 1634. 1652. 8.), **Lulofs** (Introd. ad cognitionem atque usum utriusque globi, Lugd. Bat. 1748. 8.), **Adams** (Treatise describing the construction and explaining the use of new celestial and terrestrial globes, the 2[d] edit. London, 1769. 4.) und **Scheibel** (Vollständiger Un-

terricht vom Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugel, Breslau 1779. 8. 2te Aufl. 1785. 8.).

Freylich können diese Auflösungen der Natur der Sache nach keine Schärfe gewähren, und sind also, wo Genauigkeit erfordert wird, schlechterdings unzulänglich. Sie bleiben aber doch, wo man sich mit mittelmäßiger Richtigkeit befriedigen darf, äußerst bequem, und helfen sogar, wenn man schärfere Rechnungen anstellt, durch den bloßen sinnlichen Anblick entscheiden, ob z. B. die berechnete Seite eines Kugeldreyecks über oder unter 90°, ob der berechnete Winkel stumpf oder spitzig sey u. dgl., welches die Rechnung selbst in vielen Fällen unentschieden läßt. **Wolfs** Urtheil (Anfangsgr. der Astr. 2te Erkl. §. 11.), daß der Globus nur für die sey, welche nicht denken können oder wollen, ist übertrieben hart, und es wird nicht leicht ein praktischer Astronom den Gebrauch des Globus gänzlich aufgeben.

Die künstliche Himmelskugel, gehörig nach Ort und Zeit gestellt, zeigt, nach welcher Weltgegend und in welcher Höhe jedes Sternbild zu finden sey, und wird dadurch ein sehr gutes Hülfsmittel, die Sterne kennen zu lernen. Nur hat sie das Unbequeme, daß wir an ihr die Sterne auf der äußern oder erhabnen Seite finden, da der Himmel dieselben an der innern hohlen Fläche zeigt. Daher stehen auf dem Globus die Sternbilder verkehrt. Die Einbildungskraft aber hilft diesem Umstande leicht ab, und es scheint mir nicht der Mühe werth, blos dieserwegen Kugeln mit Oefnungen, durch die man in das Innere sehen kan, oder hohle Halbkugeln und Sternkegel zu gebrauchen, wo die Kreise und Sterne auf der innern Fläche verzeichnet sind, s. **Sternkegel**.

Geschichte der künstlichen Himmels- und Erdkugeln.

Die Modelle der Himmelskugel bey den Alten, von welchen **Fabricius** (Biblioth. graeca, L. IV. c. 14. p. 455. sqq.) redet, scheinen größtentheils Armillarsphären gewesen zu seyn, s. **Ringkugel**. **Diodor** erklärt die Fabel

vom **Atlas**, der den Himmel trägt, dadurch, daß ein mauritanischer Fürst dieses Namens die erste Kugel mit darauf verzeichneten Gestirnen verfertiget habe. Nach der Muthmaßung des **Gassendi** (Opp. To. V. p. 375.) soll **Eudoxus von Cnidus** 190 Jahre v. C. G. eine solche zu Stande gebracht, und die Sternbilder des Aratus darauf gesetzt haben. In einer Stelle des **Diogenes Laertius** aber (Vit. Philosoph. in prooem.), welche sagt, daß **Musäus** eine Theogonie und Sphäre gemacht habe, ist das griechische Wort (ποιῆσαι) wohl von Verfertigung eines Gedichts zu verstehen. Die Vorstellungen der Erdkugel scheinen den Alten bekannter gewesen zu seyn, und **Ptolemäus** hat darüber in seiner Geographie ein eignes Capitel (Geogr. L. I. c. 22. τὴν οἰκουμένην ἐν σφαίρᾳ καταγράφειν).

In neuern Zeiten beschäftigten sich vom funfzehnten Jahrhunderte an **Regiomontan**, **Schoner**, **Hartmann** u. a. mit Verfertigung von Himmelskugeln, die aber noch sehr unvollkommen waren. **Martin Behaim**, ein nürnbergischer Patricier (s. **Doppelmayr's** Nachricht von den nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, Nürnb. 1750. Fol. S. 1. u. f.), der in Portugall lebte, und viele Seereisen gemacht hatte, verfertigte um das Ende des 15ten Jahrhunderts künstliche Erdkugeln, wovon noch eine auf der Bibliothek zu Nürnberg aufbewahrt wird, und in Doppelmayrs Buche abgebildet ist. Im 16ten Jahrhunderte haben sich **Fracastori** in Italien, **Gemma Frisius**, **Gerhard Mercator** und **Jodocus Hond** durch Bereitung künstlicher Erdkugeln hervorgethan, und **Tycho de Brahe** brachte im Jahre 1583 eine sehr kostbare messingene Himmelskugel von 6 Fuß Durchmesser zu Stande, welche zu Kopenhagen im Jahre 1728 mit der dasigen Sternwarte verbrannte.

Aus dem 17ten Jahrhunderte sind die Erd- und Himmelskugeln der Gebrüder **Wilhelm Janson** und **Johann Janson Blaeu** oder **Cäsius** in Amsterdam vorzüglich berühmt. Eine Erdkugel von 7 Fuß Durchmesser, 1645—1650 von den Erben des **Wilhelm Blaeu** ver-

fertiget, wird auf der Kunstkammer in Petersburg aufbehalten. Die große gottorpische Weltkugel, welche für den Herzog Friedrich von Holstein von 1656 bis 1664 durch **Andreas Busch** aus Limburg gebaut ward, hatte 11 Schuh im Durchschnitt, stellte von innen den Himmel und von außen die Erde vor, hatte inwendig an der Axe einen Tisch mit Bänken für 12 Personen, und am Horizonte eine Gallerie. Diese große Maschine ist in Petersburg reparirt worden, und steht noch daselbst in einem eignen Hause. **Erhard Weigel**, Professor zu Jena, der auch über die Globen geschrieben hat (Beschreibung der verbesserten Himmels- und Erdengloben, Jena, 1681. 4.) verfertigte große Kugeln von Kupfer und Messing, zum Theil mit seinen heraldischen Sternbildern bezeichnet. Er durchlöcherte die Stellen der Sterne, und machte in die Kugelfläche Oefnungen, durch welche man die Sterne in der hohlen Fläche als helle Punkte sahe. Eine sehr große Kugel von dieser Art, in welcher dreyßig Personen Raum haben, befindet sich in Kopenhagen.

Am meisten hat sich durch Verfertigung großer Globen zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts der venetianische Kosmograph **Vincenz Coronelli** ausgezeichnet. Von ihm sind die beyden für Ludwig XIV. verfertigten Kugeln von 13 Schuh Durchmesser, welche zu Marly stehen, und ihrer Größe ungeachtet, wegen ihres genauen Gleichgewichts, mit einem Finger bewegt werden können *). Der Holländer **Gerhard Valk** lieferte wohlfeilere Globen, die aber von den französischen und englischen des **de l' Isle** und **Moll** an Genauigkeit übertroffen wurden. In Deutschland eröfnete **Ludwig Andreä** zu Nürnberg die erste Officin von Erd- und Himmelskugeln in leidlichen Preisen, welchem **Enderscḧ** zu Elbingen in Preussen und die **homannische Officin** nachfolgten. Die letztere übertrug die Veranstaltung im Jahre 1728 dem Professor **Doppelmayr**, der sie durch **Puschner** in drey verschiednen Grös-

*) Auf diesen Umstand bezieht sich die darauf gesetzte übertriebene Schmeicheley: Incluta Gallorum proh! quanta potentia regis En digito coeli volvit et orbis opus.

sen zu 6 Zoll, 8 Zoll und 1 rheinl. Fuß im Durchschnitte, verfertigen ließ, von welcher Art sie auch noch jezt am leichtesten zu haben sind.

Im Jahre 1749 arbeitete die kosmographische Gesellschaft zu Nürnberg an Verfertigung größerer und genauerer Erd- und Himmelskugeln (Avertissement des heritiers de Homann sur la construction de grands globes à Nuernb. 1746. fol. Second avertiss. par *Ge. Maur. Lowiz*. 1749. 4. Troisieme avertiss. par *Lowiz*, 1753. 4.). Sie kam zwar damit nicht zu Stande, hat aber doch kleine sehr brauchbare geliefert. **Robert de Vaugondy** verfertigte 1752 ein paar Globen von 6 Fuß Durchmesser für den König von Frankreich, auf welche 1764 des **de la Caille** südliche Sternbilder, und 1774 die Entdeckungen der englischen Seefahrer im Südmeere und der russischen zwischen Asien und Amerika nachgetragen worden sind. Die kosmographische Gesellschaft zu Upsal hat seit dem Jahre 1766 durch den Graveur **Ackermann** und nach dessen Tode durch Herrn **Akrell** in Stockholm Kugeln von 2 Schuh, 1 Schuh und 5 Zoll im Durchmesser, so wie **Adams** in London 1769, und **de la Lande** in Paris 1777 unter verschiedenen Größen geliefert, welche sämtlich wegen ihrer Genauigkeit und Vollständigkeit in Absicht der neusten Entdeckungen sehr empfohlen zu werden verdienen.

Kästner Anfangsgr. der angew. Mathematik, der mathem. Anfangsgr. II. Theil, 2te Abtheil. Dritte Aufl. Göttingen 1781. 8. Astronomie, § 119.

Pfennigs Anleitung zur Kenntniß der mathematischen Erdbeschreibung. Berlin und Stettin, 1779. 8. Cap. 15. S. 116. u. f.

Hitze. Blos die deutsche Sprache unterscheidet höhere Grade der fühlbaren Wärme durch den eignen Namen der Hitze, den man gewöhnlich denjenigen Graden der Wärme beylegt, welche dem Gefühl unerträglich oder schmerzhaft werden.

Höfe um Sonne und Mond, Halonen, Halones, Coronae, *Halons*, *Couronnes*. Kreise oder Ringe, welche zu gewissen Zeiten die Sonne, den Mond, auch

wohl die größern Sterne zu umgeben scheinen, und bald weiß, bald wie Regenbogen gefärbt sind. Im leztern Falle ist die rothe Farbe gewöhnlich die innerste. Bisweilen sieht man mehrere concentrische Ringe auf einmal. Ihr Durchmesser beträgt mehrentheils 45 Grade, doch kan er auch andere Größen haben, und von 2° — 90° gehen. Sie werden vom Winde zerstreut, und an Orten, die einige Meilen aus einander liegen, nicht zugleich gesehen. Daher kan die Ursache ihrer Entstehung nicht hoch im Luftkreise liegen.

Man sieht einen solchen Hof um jedes Licht, das man im kalten durch aufsteigenden Dunst vom warmen Wasser, durch angehauchte oder leicht überfrorne Fensterscheiben u. dgl. betrachtet. Wenn man Luft unter eine vorher luftleere Glocke läßt, und jenseits derselben ein Licht sezt, so erscheint um dasselbe ein Hof, so bald sich die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit niederschlägt. Dies hat schon **Otto von Guerike** (Experimenta de vacuo spatio, L. III. cap. 11. p. 89.) beobachtet. **Musschenbroeck** (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2450.) sahe durch sein überfrornes Stubenfenster einen Ring um den Mond, welcher verschwand, wenn er das Fenster öfnete. Man sieht hieraus, daß die Höfe durch die Brechung der Lichtstralen in den wässerichten Theilen des Luftkreises entstehen. Die umständliche Erklärung der Höfe aber mit allen besondern Erscheinungen hat viele Schwierigkeiten, und es scheint dabey nicht allein auf die allgemeinen Gesetze der Stralenbrechung, sondern auch auf die Eigenschaften der dünnen Scheibchen anzukommen, welche bey dem Worte: **Farben** erwähnt worden sind.

Descartes schreibt in seiner Dioptrik die Entstehung der Höfe den in der Luft schwebenden Eistheilen zu, welche nach ihrer verschiedenen Erhabenheit denselben bald größere bald kleinere Durchmesser geben sollen. **Gassendi** (De meteoris, in Opp. Vol. II. p. 103.) und **Dechales** (Cursus mathemat. Vol. III. p. 758.) suchen die Höfe, wie den Regenbogen, zu erklären. Aber keiner von beyden bestimmt deutlich, wie hiebey die gehörigen Farbenstralen

ins Auge kommen. **Dechales** bringt zwar einen Versuch bey, wo eine mit Wasser gefüllte Glaskugel hinter sich einen farbigen Ring bildet, an dem die Stralen des Randes mit der Axe einen Winkel von 23° machen; man kan aber dies nicht ungezwungen auf die Höfe anwenden, deren Durchmesser sich auch gar nicht an die Größe von 46° binden.

Die vornehmste Theorie der Höfe ist die von **Huygens** (Philos. Trans. Vol. V. no. 60. Diss. de coronis et parheliis, in Opp. reliquis, Amst. 1728. 4.), welcher zu diesem Behuf in der Atmosphäre durchsichtige Kügelchen mit einem undurchsichtigen Kerne, von der Größe des Rübsaamens, annimmt. Wenn A, B, C, Taf. XI. Fig. 72. solche Kügelchen sind, auf welche die mit der Linie OD parallelen Sonnenstralen fallen, so werden die auf den Kern fallenden Stralen gänzlich aufgehalten, die zunächst am Kerne hingehenden aber in D, E, F unter einem Winkel zusammengelenkt, dessen Größe auf das Verhältniß des Kerns zur ganzen Kugel ankömmt. Gesetzt, dieser Winkel sey 47°. Nun stehe das Auge in O, und sehe die Sonne nach der Linie OA; man setze an OA einen Winkel AOC, der der Helfte jenes Winkels gleich, oder hier $23\frac{1}{2}°$ ist. So wird das Auge von allen zwischen A und C liegenden Kügelchen keine Sonnenstralen erhalten. Denn von B z. B. werden die Stralen, die zunächst am Kerne vorbeygehen, nach H und K kommen, und das Auge verfehlen; diejenigen, so noch weiter gegen den Rand zu einfallen, werden noch weiter nach N und M abgelenkt. C wird also die erste Kugel seyn, von der der Punkt O wiederum den Stral CO erhält. Dreht man nun die Figur um die Axe OA, so ergiebt sich leicht, daß innerhalb eines Kreises vom Halbmesser $23\frac{1}{2}$, oder vom Durchmesser 47°, diese Kügelchen alle Sonnenstralen abhalten, dagegen die am Umfange dieses Kreises liegenden wieder Sonnenlicht ins Auge senden, woraus die Erscheinung eines dunkeln Flecks um die Sonne selbst, und eines hellen Kreises von bestimmtem Durchmesser um das Dunkle, folget. Man kan sich auch die Entstehung und Ordnung der Farben hiebey erklären, weil die rothen Stralen, die am wenigsten

gebrochen werden, nach der Brechung den kleinsten Winkel mit der Axe machen, und also das Auge im geringsten Abstande der Kügelchen von A treffen, daher die rothe Farbe die innerste seyn muß. Diese Kügelchen nimmt **Huygens** für einen feinen Schnee an, der durch die Bewegung in der Luft eine runde Gestalt bekommen habe, und von außen her aufgethauet sey. Er berechnet das Verhältniß der Halbmesser des Kügelchens und des Kerns, wie 1000 zu 12, wenn der Hof 1 Grad im Durchmesser hat, 1000 zu 480 für 45°, zu 680 für 90°, und zu 730 für 120° Durchmesser.

Weidler (Diss. de parheliis. Viteb. 1738. 4.) hält es für unwahrscheinlich, daß solche Körper, wie Huygens voraussetzt, mit genau abgemessenen Kernen von völlig gleichen Verhältnissen, vorhanden seyn sollten, zumal da die Höfe sich auch um Lichtflammen zeigten, wo es solche Körper mit Kernen gewiß nicht gebe. Er erklärt das Phänomen aus kleinen Tropfen, worinn die Stralen zweymal gebrochen und zweymal zurückgeworfen werden. **Mariotte** leitet die kleinen Höfe von einer zweymaligen Brechung des Lichts in wässerichten Dünsten her; die mit zwo Reihen von Farben aus kleinen erhabnen Stücken Schnee; und die größern aus gleichseitigen Prismen von Eis, welche gegen die Sonne eine gewisse Lage haben.

Newton (Optice L. II. P. 2. prop. 9.) äußert gelegentlich seine Meynung dahin, daß die größern und weniger abwechselnden Erscheinungen der Höfe von den allgemeinen Gesetzen der Brechung, die kleinern und veränderlichen aber von den Farben dünner Blättchen abhängen. Das Licht durch sphärische Tropfen und Hagelkörner zweymal ohne Zurückwerfung gebrochen, müßte 26° von der Sonne am stärksten seyn, und von da aus auf beyden Seiten allmählich abnehmen. Platt gedrückte Hagelkörner könnten Höfe von kleinern Durchmessern bilden, die inwendig roth, auswendig blau erschienen; **Huygens** inwendig undurchsichtige Körner erklärten das Phänomen sehr gut, und das Licht, welches erst nach zwey Brechungen und drey oder mehr Zurückwerfungen ins Auge komme, sey zu

schwach, um so helle Bogen zu bilden. An einer andern Stelle (Opt. L. II. P. IV. Obs. 13.) nimmt er die Farben an dünnen Scheibchen und die Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückgehens zu Hülfe, woraus beym Durchgange des Lichts durch kleine Tropfen concentrische Kreise entstehen müssen. Für Wassertropfen von $\frac{1}{100}$ Zoll Durchmesser müßte der Durchmesser des ersten rothen Ringes $7\frac{1}{4}^{\circ}$, des zweyten $10\frac{1}{4}^{\circ}$, des dritten $12\frac{1}{2}^{\circ}$ seyn, und für noch kleinere Wasserkügelchen müßten die Ringe größer werden. Er sucht dies durch Beobachtungen von concentrischen bunten Höfen zu bestätigen, die er um die Sonne im Junius 1692, um den Mond im Februar 1664 gesehen hat. Die Farben der Ringe hielten fast eben die Ordnung, die man an den concentrischen Ringen zwischen zusammengedrückten Gläsern wahrnimmt, s. **Farben**. Bey der letztern Beobachtung war der innere Ring 3°, der zweyte $5\frac{1}{4}^{\circ}$ groß. Zugleich erschien ein großer Hof um den Mond von $22\frac{1}{2}^{\circ}$ Durchmesser. Dieser hatte eine **elliptische** Gestalt, welche aber **Smith** sehr richtig aus dem bekannten Gesichtsbetruge erklärt, durch welchen wir den Mond selbst am Horizonte für größer, als in der Höhe, halten, s. **Größe, scheinbare**.

Bouguer (Mém. de Paris 1744. s. auch **Ulloa's** Reisen in der allgemeinen Historie der Reisen, Th. IX.) sahe auf dem Pichincha in Peru bey Aufgang der Sonne auf einer 30 Schritt entfernten Wolke seinen Schatten, am Kopfe mit einer Glorie von 3 — 4 concentrischen Kreisen von lebhaften Regenbogenfarben umgeben, und in der Entfernung mit einem großen weißen Kreise umschlossen. Die Durchmesser der kleinen Kreise waren $5\frac{2}{3}$, 11 und 17°, der des größern 67°. Diese Erscheinung sahen er und seine Gefährten hernach oft wieder, aber nur in Wolken, die aus gefrornen Theilchen bestanden, niemals in Regentropfen; und wenn die Sonne schon über den Horizont hinauf war, sahen sie nur noch den obern Theil des weißen Kreises. Eine ähnliche Erscheinung seines mit Regenbogen umgebnen Schattens nahm auch **D. Mac-Fait** (Edinburgh Essays, Vol. I. p. 198.) auf einer Anhöhe in Schott-

land bey einem Nebel wahr. Man findet übrigens noch einiges hieher gehörige bey dem Worte: **Nebensonnen.**

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 432. u. f.

Höhe eines Orts, Altitudo loci, *Hauteur d'un lieu.* Die Perpendikularlinie oder das Loth aus einem Orte, auf die verlängerte Horizontalfläche eines andern, wird jenes Orts Höhe über diesen genannt. Die Höhe des Aetna über Catania ist das Loth aus dem Gipfel des Aetna auf die Horizontalfläche von Catania. Es wird hiebey nicht die scheinbare Horizontalebne, sondern die mit der Erdfläche selbst concentrische krumme Horizontalfläche verstanden, s. **Horizontal.** Die Höhen der Orte werden gewöhnlich von der Meeresfläche aus gerechnet, welches jederzeit anzunehmen ist, wo nicht ausdrücklich etwas anders erinnert wird. Mit den Messungen der Höhen beschäftigt sich eine eigne Abtheilung der praktischen Meßkunst; von dem Gebrauche des Barometers hiezu, s. den Artikel: **Höhenmessung, barometrische.**

Die Höhen der vornehmsten Berge auf der Erdfläche sind bey dem Worte: **Berge** angegeben, wobey noch zu bemerken ist, daß nach dem Berichte des **Molina** (Versuch einer Naturgeschichte von Chili, aus dem Ital., Leipz. 1786. 8.) der **Descabesado** in Chili dem Chimboraço in Quito an Höhe nichts nachgeben soll.

Höhe eines Gestirns, Altitudo astri, *Hauteur d'un astre.* Der zwischen dem Horizonte und einem Gestirne oder andern Punkte des Himmels enthaltne Bogen eines Scheitelkreises. Dieser Bogen ist das Maaß des Winkels, welchen die nach dem Sterne oder Punkte gezogne Gesichtslinie mit der Horizontalebne macht. Der Abstand vom Scheitel ist das Complement der Höhe zu 90°, weil der zwischen Scheitel und Horizont enthaltene Bogen des Scheitelkreises überall 90° ausmacht.

Wenn ein Gestirn eben im Auf- oder Untergehen begriffen ist, so ist seine Höhe = 0. Die größte Höhe aber erreichen die Gestirne, bey ihrem täglichen Umlaufe, im Mit-

tagskreise, s. **Culmination, Mittagshöhe.** Azimuth und Höhe zusammen bestimmen den Ort eines Sterns für den Augenblick, da man sie beobachtet hat, aber wegen des Fortrückens der Sterne ändern sich diese Bestimmungen alle Augenblicke.

Die Höhen der Sterne werden, wie Winkel in der Geometrie, gemessen. Nur werden hier künstlichere Werkzeuge und mehr Aufmerksamkeit erfordert. Von dem vornehmsten dieser Werkzeuge werde ich bey dem Worte: **Quadrant, astronomischer** einige Nachricht geben. Die Mittagshöhen, zu deren Beobachtung der Mauerquadrant dient, sind in mancherley Absichten die brauchbarsten, s. **Mittagshöhe.** Gleich große Höhen eines Sterns vor- und nach seinem Durchgange durch den Mittagskreis, werden **übereinstimmende** oder **zusammengehörige Höhen** (altitudines correspondentes) genannt.

Höhenmessung, barometrische, Altitudinum mensuratio ope barometri, *Determination des hauteurs par le moyen du barométre*. Die Methoden, Höhen der Berge und Orte zu messen, gehören zwar sämmtlich zur praktischen Meßkunst; allein die Höhenmessungen durchs Barometer gründen sich ganz auf eine physikalische Theorie, welche den Gegenstand dieses Artikels ausmachen wird.

Gleich nach der Erfindung der Torricellischen Röhre im Jahre 1643 (s. **Barometer**) ließ **Pascal** durch seinen Schwager, den Rath **Perrier** zu Clermont in Auvergne, Versuche darüber anstellen, ob das Quecksilber in dieser Röhre, seiner Vermuthung nach, auf dem Gipfel eines Berges niedriger, als am Fuße desselben stehen werde. Dies mußte erfolgen, wofern die Quecksilbersäule vom **Drucke der Luft** erhalten ward; diese Säule mußte auf dem Berge, wo die Röhre weniger Luft über sich hatte, kürzer seyn, als unten, wo eine höhere Luftsäule gegen sie drückte. **Pascal** (Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse d'air. Paris, 1663. 12.) meldet, **Perrier** habe am 19. Sept. 1648. den Stand des Quecksilbers im Garten des Klosters der Minimen zu Cler-

mont 26 Zoll $3\frac{1}{2}$ Lin., auf der Spitze des **Puy de Dome** aber nur 23 Zoll 2 Lin. gefunden, daß also für diesen etwa 500 Toisen hohen Berg der Unterschied 3 Zoll $1\frac{1}{2}$ Lin. betrage. Pascal selbst fand das Quecksilber auf dem 24 Toisen hohen Thurme der Kirche St. Jaques de la Boucherie in Paris über 2 Lin. niedriger, als unten. Er schließt hieraus nicht nur, daß die Luft wirklich **schwer** sey, und daß die Quecksilberhöhe in der Torricellischen Röhre ihr Gewicht anzeige, sondern vermuthet auch schon, daß man hieraus Mittel finden werde, die Höhe eines Orts über andere von ihm entfernte abzumessen. **Descartes** beklagt sich in einem am 11. Jun. 1649 geschriebenen Briefe (Renati Descartes Epistolae, Amst. 1682. P. III. Ep. 67.), daß ihm Pascal nicht antworte, da er demselben doch schon vor 2 Jahren den Gedanken angegeben habe, das Quecksilber müsse fallen, wenn man mit dem Barometer höher steige. Er schreibt Pascals Stillschweigen dessen Verbindungen mit seinem Gegner **Roberval** zu. Dem sey nun, wie ihm wolle, so ist doch die Ausführung und der Vorschlag einer Anwendung auf Höhenmessungen unstreitig **Pascaln** allein eigen.

Etwa zwanzig Jahre darauf ward durch **Boyle** und **Mariotte** das unter dem Namen des **mariottischen** bekannte Gesetz entdeckt, daß sich die Dichte der Luft, wie der Druck, den sie trägt, verhalte, s. **Luft**. **Mariotte** schrieb hierüber ein für die damalige Zeit vortrefliches Buch (Discours de la nature de l'air. 1676. 8. und in den Oeuvres de Mr. Mariotte, à la Haye, 1740. 4. To. I.), welches den ersten Versuch einer Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer enthält. Erfahrungen in den Kellern der pariser Sternwarte zeigten, daß das Barometer um 1 Linie fiel, wenn man es 63 Fuß höher brachte; wofür Mariotte zu Erleichterung der Rechnung 60 Fuß annimmt, um welche das 28 Zoll oder 336 Lin. zeigende Barometer erhoben werden müsse, um 335 Lin. zu zeigen. Nun stellt er sich die Atmosphäre in Schichten getheilt vor, in deren jeder das Barometer $\frac{1}{12}$ Lin. tiefer fällt, deren jede also gleiche Massen Luft enthält. Die unterste oder **erste** der-

selben ist $\frac{1}{12}$. 60 oder 5 Fuß hoch, und die Anzahl aller bis ans Ende der Atmosphäre ist 12. 336 = 4032.

Nach dem mariottischen Gesetze trägt im Anfange der 2016sten Schicht, wo das Barometer nur noch 14 Zoll oder $\frac{2016}{12}$ Lin. zeigt, die Luft nur halb so viel Druck, und ihre Dichte ist nur halb so groß, als unten, mithin die Höhe der Schicht selbst doppelt so groß oder 10 Fuß. Ueberhaupt wird man, um jeder einzelnen Schicht Höhe zu finden, die Formel $\frac{4032.5}{y}$ brauchen müssen, wenn y die Barometerhöhe am Anfange der Schicht, in Zwölftheilen der pariser Linie ausgedrückt, bedeutet. So machen die Höhen der Schichten zusammen folgende Reihe aus:

$$\frac{4032.5}{4032} + \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{4030} \ldots + \frac{4032.5}{y+1} + \frac{4032.5}{y}$$

Von dieser Reihe geben alle Glieder bis $\frac{4032.5}{y+1}$, einzeln berechnet und **addirt**, die ganze Höhe der Luftsäule bis dahin, wo die Barometerhöhe = y ist. Die Schicht, welche zum Divisor y selbst hat, liegt über dem Orte der Beobachtuug, und darf also in dessen Höhe nicht mit eingerechnet werden. Die Mühe dieser Berechnung aber wird Mariotten zu groß; er nimmt daher an, die Reihe (welche eigentlich eine **harmonische** ist) sey eine **arithmetische** von eben so viel Gliedern, deren erstes Glied = 5 das letzte = $\frac{4032.5}{y+1}$ sey. Diese summirt er, um die Höhe zu finden, nach den gewöhnlichen Regeln für die Summe arithmetischer Reihen.

Herr **de Lüc** (Unters. über die Atmosph. Th. I. S. 296.) hat sich die Mühe gegeben, die Mariotte scheute, durch einzelne Berechnung und Summirung der Glieder, die Höhen für die Barometerstände von 28 bis 16 Zoll, für alle einzelne Zolle zu suchen, und in eine Tabelle zu bringen, wobey auch für 1 Linie Quecksilber-Fall wieder 63 Fuß

statt 60 gesetzt, die Schichten aber 1 Lin. hoch angenommen werden. Bey meiner Uebersetzung des de Lücschen Werks fand ich einen in alle Zahlen dieser Tabelle eingeschlichenen Rechnungsfehler, den ich (S. 243. u. f. Anm.*)) angezeigt und berichtigt habe. Diese Tabelle giebt für den Barometerstand auf dem **Coraçon** 15 Zoll 10 Lin., die Höhe 12039 Fuß oder 2006 Toisen über die Meeresfläche. Es beträgt aber dieselbe nach dem Art. **Berge** (Th. I. S. 302.) 2470 Toisen; also giebt Mariotte's Verfahren große Höhen viel zu klein. Die Ursache hievon liegt zwar mehr in der Voraussetzung, daß man nur 63 Fuß steigen dürfe, um das Barometer 1 Linie fallen zu sehen: aber auch die Methode selbst ist äußerst unvollkommen und beschwerlich. Mariotte sieht zwar ein, man könne das Wachsthum der Schichten nach den Regeln bestimmen, durch welche man die Logarithmen findet, fällt aber doch nicht darauf, diese Logarithmen wirklich zu gebrauchen, und begnügt sich, durch **Addiren** zu suchen, was man durch **Integriren** finden muß.

Halley war der Erste, der in einem im Jahre 1685 der Societät zu London übergebnen Aufsatze (A discourse of the rule of the decrease of the height of the Mercury in the Barometre, in den Philos. Trans. no. 181. und in Miscellaneis Curiosis, London. 1705. 8.) hiezu die Logarithmen wirklich anwendete. Er gründet diese richtige Theorie der barometrischen Höhenmessung auf die Betrachtung der Hyperbel; es wird aber hier schicklicher seyn, sie nach Herrn **Kästner** (Abhdl. von Höhenmess. durch das Barometer, S. 223. u. f.) durch eine Rechnung vorzutragen.

Es sey Taf. XI. Fig. 73, $SK = x$ eine Höhe, an deren unterm Ende S die Barometerhöhe $= f$, am obern $K = y$ seyn. Bey S verhalte sich die Dichte der Luft zur Dichte des Quecksilbers, wie $m : 1$. So ist nach dem mariottischen Gesetze die Dichte der Luft in $K = \frac{my}{f}$, weil die Dichten sich wie die Barometerhöhen, also die in S und die in K, wie $f : y$ verhalten.

Das Differential der Höhe SK sey Kk = dx. So wird die Barometerhöhe y von K bis k um dy abnehmen. Diese Abnahme oder dieses — dy muß dem Gewichte der Luft im Raume Kk gleich seyn. Soviel nemlich dieses Gewicht beträgt, um soviel nimmt der Druck der Luft von K bis k ab. Nun ist das Gewicht hier, wo man im unendlich kleinen Kk die Dichte gleichförmig setzen muß, dem Produkte der Dichte in den Raum gleich, s. Dichte, oder es ist das Gewicht $= \frac{my}{f} . dx$. Daher

$$-dy = \frac{my}{f} . dx \text{ und } -\frac{f}{m} . \frac{dy}{y} = dx$$

woraus, wenn man so integrirt, daß für $x = o$; $y = f$ wird

$$x = \frac{f}{m} \log. \text{nat.} \frac{f}{y}$$

folgt.

Man kan den natürlichen Logarithmen, der hier zum Vorschein kömmt, sogleich aus dem gewöhnlichen briggischen (oder aus $\log. \frac{f}{y}$) finden, wenn man den letztern mit der Zahl 2,302585 ... multipliciret. Diese Zahl heiße e, so ist

$$x = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{y}.$$

Nun sey für eine andere Höhe über S, oder für SL, die Barometerhöhe in L = Y, so wird

$$SL = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{Y}$$

Hievon $SK = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{y}$ abgezogen,

bleibt $KL = \frac{f}{m} e. \log. \left(\frac{f}{Y} : \frac{f}{y}\right) = \frac{f}{m} . e. (\log. y - \log. Y)$.

Dies giebt die allgemeine Regel: **Wenn man den Unterschied der Logarithmen von y und Y, oder von den Barometerhöhen an den Orten K und L, durch den unveränderlichen Coefficienten $\frac{f}{m}$. e multipliciret, so findet man die Höhe KL.**

Der beständige Coefficient $\frac{f}{m}$. e hat zween Factoren. Der eine e dient blos, die natürlichen Logarithmen in briggische zur Bequemlichkeit der Rechnung zu verwandeln. Der zweyte $\frac{f}{m}$ aber ist eine Barometerhöhe f oder der Ausdruck des Gewichts der Atmosphäre, durch die Dichte der Luft an derselben Stelle m dividirt. Nun giebt das Gewicht, durch die Dichte dividirt, den Raum oder hier die Höhe der Säule, wenn die Dichte durchaus gleichförmig ist. Mithin ist $\frac{f}{m}$ **die Höhe einer Säule flüßiger Materie, welche durchaus die Dichte der untern Luft hat, und so stark druckt, als die Atmosphäre druckt.**

Es stellt aber auch f die absolute Elasticität der Luft in S dar, welche jederzeit dem Gewichte der darauf drückenden Luftsäule gleich ist. Nun verhält sich die specifische Elasticität, wie der Quotient der absoluten Elasticität f durch die Dichte m, s. **Elasticität, specifische** (Th. I. S. 712.). Also ist $\frac{f}{m}$ der **specifischen Elasticität der Luft** in S proportional.

Man nenne der Kürze halber den Coefficienten $\frac{f}{m} = c$, so ist $x = c. \log. nat. \frac{f}{y} = ce \log. \frac{f}{y}$. Es läßt sich eine logarithmische Linie denken, deren Abscissen die x und deren Ordinaten die y der Formel ausdrücken. Die Formel

selbst würde die Gleichung für diese Linie, $dx = -\frac{cdy}{y}$ ihre Differentialgleichung, und $-c$ ihre Subtangente seyn. Das negative Zeichen bedeutet hier nur, daß diese Subtangente nicht wie sonst, gegen den Anfang der Abscissen zu, sondern von demselben hinweg, nach der entgegengesetzten Richtung fällt, weil hier die Ordinaten abnehmen, wenn die Abscissen wachsen. Daher ist die **Subtangente** dieser Curve der specifischen Federkraft der Luft proportional, und der Höhe einer Säule gleich, deren flüßige Materie die Dichte der untern Luft und das Gewicht der Atmosphäre hat. Diesen Satz hat **Cotes** (Harmonia mensurarum, p. 18.) synthetisch erwiesen. Und weil $\frac{1}{m} = \frac{c}{f}$ so zeigt diese Subtangente durch die untere Barometerhöhe dividirt, an, wie vielmal 1 größer, als m, oder das Quecksilber schwerer, als die untere Luft ist.

Dies ist in möglichster Kürze der Abriß der allgemeinen Theorie, wo nun noch die Bestimmung des c von Erfahrungen abhängt. **Mariotte's** Erfahrungen geben für $f = 336'''$ und $y = 335'''$; $x = 63$ Fuß oder 10,5 Toisen. Bey ihm ist also $10,5 = ce(\log. 336 - \log. 335)$, woraus nach gehöriger Berechnung $ce = 8111$ Toisen, $c = 3522$ Toisen, und das Quecksilber 9058mal dichter, als die Luft, folgt. **Halley** hingegen geht davon aus, daß das Wasser 800mal schwerer, als die Luft, und Quecksilber $13\frac{1}{2}$mal schwerer, als Wasser, sey, daher er $\frac{1}{m} = 13\frac{1}{2}.\ 800 = 10800$ setzt. Für die Stelle, wo dieses statt findet, oder am Ufer des Meeres, nimmt er die Barometerhöhe $f = 30$ engl. Zoll. So ist $\frac{f}{m} = c = \frac{30.\ 10800}{12}$ Fuß $= 27000$ engl. Fuß, und $ce = 62170$ Fuß, welches auf pariser Maaß nach dem Verhältnisse $153 : 144$ reducirt, $ce = 58512$ Fuß oder 9752 Toisen giebt.. Also ist

nach **Mariotte** $x = 8111.\ (\log. f - \log y)$ in Toisen.
nach **Halley** $x = 9752.\ (\log. f - \log y)$ in Toisen.

Merkwürdig ist es, daß Halley's blos aus den eigenthümlichen Schweren gefundener Coefficient der Wahrheit weit näher kömmt, als der, den Mariottes wirkliche Beobachtungen geben.

Daß beym **Mariotte** die Angabe von 63 Fuß viel zu klein sey, ergiebt sich schon aus **de la Hire's** (Mém. de Paris, 1709.) ebenfalls in den Kellern der pariser Sternwarte angestellten Beobachtungen, wobey $74\frac{2}{3}$ Fuß Höhe für 1 Lin. Quecksilberfall gefunden ward. Auch **Horrebow** (Elem. philos. nat. Hafn. 1748. 8. Cap. 8.) bemerkt, als das Barometer auf 28 Zoll gestanden, habe er 75 Fuß steigen müssen, bis es eine Linie gesunken sey. Hierauf gründet er eine Berechnung nach Schichten; nach der logarithmischen Theorie würde seiner Erfahrung zufolge ce = 9657 Toisen, und

$$x = 9657 \cdot (\log. f - \log. y)$$

seyn.

Johann Jacob Scheuchzer (Bergreise, in s. Naturgeschichte des Schweizerlandes, Th. II. herausgeg. von Sulzer, Zürich, 1746., und in den Philos. Trans. 1727. no. 405.) maß im Pfeffersbade in der Grafschaft Sarganz mit der Schnur eine Felsenwand von 714 Fuß, und fand das Quecksilber am Fuße des Felsens $25'' 9\frac{1}{3}''' = 309\frac{1}{3}'''$, auf der Spitze $10'''$ tiefer, also $299\frac{1}{3}'''$. Der Unterschied der Logarithmen ist 0,0142717, und soll in ce multiplicirt 714 Fuß = 119 Toisen geben. Daher wäre ce = $\frac{119}{0{,}0142717}$ = 8338 Toisen, und die Dichte der Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe 9311mal geringer, als die Dichte des Quecksilbers. Hiebey ist der Coefficient unstreitig zu klein; Herr **Kästner** erinnert auch, daß die Angaben Fehler in Reduction des Zürcher Maaßes auf pariser verrathen, und Scheuchzer gesteht selbst, daß er auf die Höhe des Quecksilbers im Behältnisse seines Barometers keine Rücksicht genommen habe.

Bouguer (Voyage au Perou in der Figure de la terre, Paris, 1749. 4. S. XXXIX.) hat aus seinen in

Amerika angestellten Beobachtungen eine Regel gezogen, welche wegen ihres berühmten Urhebers und wegen der leichten Rechnung, die sie vorschreibt, sehr bekannt geworden ist. Man soll, sagt er, von dem Unterschiede der Logarithmen beyder Quecksilberhöhen den dreyßigsten Theil abziehen, und blos die Kennziffer nebst den vier ersten Stellen behalten. Dies als eine ganze Zahl gelesen, gebe die relative Höhe der Oerter in Toisen. Von einem Decimalbruche die ersten 4 Stellen als eine ganze Zahl lesen, heißt ihn durch 10000 multipliciren, und den dreyßigsten Theil abziehen ist soviel, als $\frac{29}{30}$ behalten. **Bouguer's** Regel ist also diese:

$$x = \tfrac{29}{30} . 10000 (\log. f - \log. y)$$

oder $x = 9666\tfrac{2}{3} (\log. f - \log. y)$

wo $ce = 9666\frac{2}{3}$; $c = 4198$ Toisen, und die Dichte der Luft am Ufer des Meers, beym Barometerstande 28 Zoll 1 Lin., 10764mal geringer, als die des Quecksilbers ist. **Bouguer** giebt nirgends die Gründe seiner Vorschrift an, erklärt sich aber in einem Briefe an **Needham** (Observations des hauteurs faites avec le baromêtre au mois d' Aout 1751, sur une partie des Alpes, par Mr. Needham, à Berne, 1760. 4.), seine Methode diene nur für Berge, wo der Stand des Quecksilbers nicht sehr veränderlich sey, und gebe eigentlich nicht Höhen über dem Meere, sondern **Tiefen unter dem Pichincha** an, dessen Höhe über das Meer er durch geometrische Messung 2434 Toisen gefunden habe. Die Ursache dieser besondern Bestimmung der Regel und zugleich die Erfahrungen, welche dabey zum Grunde liegen, hat Herr **Kästner** mit großem Scharfsinn aufgesucht. Da nemlich der Stand des Barometers auf hohen Bergen, zumal unter dem Aequator, fast unveränderlich ist, und die Höhe des Pichincha nach B. Meynung sehr scharf gemessen war, so glaubte er etwas Bestimmteres zu erhalten, wenn er die Barometerstände auf dem Pichincha und dem Carabourou, jenen von 15″ 11‴ = 191‴, diesen von 21″ $2\frac{1}{4}$‴ = 254, 75‴, nebst der geometrisch gemessenen Höhe des ersten über den letzten von 1209 Toisen zum Grunde legte. Der Unterschied der Logarithmen von 254,75 und

191 ist=0,1250807, u. so sollte ce $=\frac{1209}{0,1250807}=9665,8$ seyn, wofür B. bequemerer Rechnung halber 9666,6 oder $\frac{29}{30}$.10000 angenommen hat. So wird freylich der Fehler immer größer, je tiefer man herabkömmt, und **Needham** fand die Höhen der Berge über das Meer, wenn er von oben herab rechnete, 63 Toisen größer, als wenn er von der Meeresfläche aus gieng, welches aber auch großentheils davon herrührt, daß er den Barometerstand am Meere 28 Zoll setzt, da ihn B. 28 Zoll 1 Lin. annimmt.

Uebrigens hat **Bouguer** (Mém. de Paris, 1753. Sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère) zuerst auf den Begriff von **specifischer Federkraft** der Luft aufmerksam gemacht. Häufige Erfahrungen bewiesen ihm, daß sich die absolute Federkraft einer und ebenderselben Luftmasse selbst bey den stärksten Ausbreitungen genau, wie die Dichte, verhielt. Dennoch ward seine für hohe Berge so genaue Regel schon im untern Theile der Cordelieren fehlerhaft, und noch weniger konnte sie für Europa gelten; denn die untere Luft fand sich immer viel **dichter**, als sie der Regel nach seyn sollte. Dies konnte auch nicht Folge der **Wärme** seyn, welche unten größer ist, und die Luft daselbst vielmehr ausbreiten und verdünnen muß. Er vermuthet daher, daß verschiedene Luftarten bey gleicher Wärme und Dichtigkeit dennoch verschiednen Widerstand thun, d. i. verschiedne **specifische Federkraft** besitzen möchten. Er schlägt, dies zu untersuchen, Versuche mit dem Pendel über den Widerstand der Luft vor, hatte auch bereits einen Anfang damit gemacht, und die specifische Federkraft zwar von Quito bis auf den Pichincha fast ungeändert, bis ans Ufer des Meeres aber sehr verschieden gefunden. Die Resultate davon hat er in eine krumme Linie gebracht, welche man aber auch, nach **de la Lande** (Connoissance des mouv. cél. 1765. p. 215.) für die Curve der Fehler halten könnte, die bey den von **Bouguer** gebrauchten Messungen begangen worden sind.

Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Argent. 1738.

4. Sect. X.) folgert aus seiner beym Worte: **Elasticität** angeführten Hypothese den Satz, die drückende Kraft verhalte sich, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der innern Bewegung der Lufttheilchen, mit dem Raume dividirt. Hieraus leitet er eine Differentialgleichung zwischen der Kraft, der Geschwindigkeit und der Höhe über dem Meere her, die sich, wenn die Geschwindigkeit unveränderlich ist, in die gemeine logarithmische Gleichung verwandelt. Er setzt aber diese Geschwindigkeit veränderlich, sucht aus einigen Erfahrungen von Barometerhöhen ihr Gesetz, integrirt jene Gleichung, und findet, nachdem er die beständigen Größen ebenfalls aus Erfahrungen zu bestimmen gesucht hat,

$$x = \frac{22000\,(f - y)}{y} \text{ in Schuhen,}$$

wo f den mittlern Barometerstand am Meere oder 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Lin. bedeutet. Eine Tabelle nach dieser Regel berechnet findet sich beym **Sulzer** (Beschreibung der Merkwürdigkeiten auf einer Reise durch einige Orte des Schweizerlandes. Zürich, 1742. 4.) und **Böhm** (Gründliche Anleitung zur Meßkunst auf dem Felde, Frankfurt, 2te Aufl. 1759. 4. Anhang. Taf. IV.). Diese Regel ist blos hypothetisch, und wenn man beym Integriren andere Beobachtungen zum Grunde legt, so findet man auch statt des Coefficienten 22000 andere Zahlen.

Cassini (Mém. de Paris, 1733.) nahm zu Vergleichung einiger auf den Pyrenäen gemachten Beobachtungen an, die Dichte der Luft verhalte sich, wie das Quadrat des Drucks, woraus

$$x = \frac{f}{m} \cdot \left(\frac{f}{y} - 1\right)$$

folgt. Seine Voraussetzung aber beruht auf keinen physikalischen Gründen. **Maraldi** nahm an, die Schichten, durch welche das Quecksilber immer um 1 Lin. fällt, vom Meere an, wären nach einander 61, 62, 63 Fuß u. s. w. hoch. **Feuillee** machte eben solche Schichten, nur jede um 2 Fuß größer. Von allen diesen Hypothesen handelt

Lulofs (Einleitung zur math. u. phys. Kenntniß der Erdkugel, §. 446. u. f.). Fontana (Delle Altezze barometriche, Saggio analitico del P. *Gregorio Fontana*. Pavia, 1771. 8.) zieht hiebey die Abnahme der Schwere nach dem Gesetze der Gravitation mit in Betrachtung — eine bloße analytische Uebung. Newton (Princ. L. II. prop. 22.) hatte schon eben diese Untersuchung durch die Betrachtung der Hyperbel, und Cotes (Harm. mensurarum, in Opp. Cantabr. 1722. p. 18.) durch die logarithmische Linie angestellt.

Tobias Mayer in Göttingen hat zwo Tafeln zu barometrischen Höhenmessungen verfertigt, von welchen Herr Beckmann (in Laxmanns sibirischen Briefen, Göttingen, 1769. 8. Anm. S. 34.), und genauer Herr Kästner (Abhdl. v. Höhenm. durch das Barom. §. 214. u. f.) redet. Sie enthalten Barometerhöhen und zugehörige Höhen über den Horizont des Meeres, der in der ersten bey 28″ 4‴, in der zwoten bey 28″ Barometerhöhe angenommen wird. Beyder Tafeln Horizonte sind daher um 52 Toisen unterschieden; übrigens zeigt sich durch gehörige Untersuchung, daß die Tafeln selbst auf der Formel

$$x = 10000 (\log. f - \log. y)$$

beruhen. Man weiß nicht, was Mayern bewogen hat, $e = 10000$ anzunehmen; inzwischen ist dies eben die Formel, welche bey der leichtesten Rechnung zugleich die richtigsten Resultate giebt, und daher bey den neuern Verbesserungen dieser Theorie durchgängig zum Grunde gelegt worden ist.

Eines der vorzüglichsten Werke über diesen Gegenstand sind des Herrn de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre (Geneve, 1772. II. To. 4.), deren vollständiger Titel nebst der deutschen Uebersetzung am Ende dieses Artikels angeführt wird. Wie weit die vor der Erscheinung dieses Buchs bekannten Regeln der Höhenmessung von einander abgiengen, werden folgende Resultate aus ihnen zeigen.

Höhen des Coraçon.

	par. Fuß		par. Fuß
nach Mariotte arithmetischer Progreß.	13167	nach Cassini	16217
nach Mariotte eigentlichen Grundsätzen	12049	— D. Bernoulli	16905
nach Halley . . .	14486	— Horrebow	14344
— Maraldi . .	19941	— Bouguer	14359,9
— Scheuchzer .	12386	— Mayer	14855
		durch geometrische Messung	14820

Diese Ungewißheit bewog Herrn **de Lüc** zu seinen mühsamen Arbeiten über das Barometer, deren ich schon bey dem diesem Werkzeuge gewidmeten Artikel gedacht habe. Er fand die Ursachen der bisherigen Ungewißheit theils in der Unvollkommenheit der Barometer selbst, theils aber in der gänzlichen Vernachläßigung des großen Einflusses der **Wärme** sowohl auf das **Quecksilber**, als auf die **Luft**. Von seinen Verbesserungen des Werkzeugs selbst, und dem Einflusse der Wärme auf den Stand des Quecksilbers ist beym Worte: **Barometer** gehandelt worden: hier bleibt also noch die **Wirkung der Wärme auf die Luft** zu betrachten übrig.

Herr **de Lüc** (Unters. Th. II. §. 588.) findet aus einer großen Anzahl von Beobachtungen und Messungen auf dem Berge Saleve bey Genf, **daß die Differenz der Logarithmen** (als ganze Zahl gelesen) **die Höhe in Tausendtheilchen der Toise giebt, wenn die Wärme der Luft + 16¾ Grad des Quecksilberthermometers von 80 Graden ist.** Für diesen Grad der Wärme ist also

$$x = 10000\,(\log. f - \log. y)$$

oder hiebey ist **Mayers** Formel richtig, obgleich Mayer nichts von **de Lüc**'s Bemühungen gewußt hat.

Um nun die Berichtigung zu bestimmen, die für andere Grade der Wärme hiebey nöthig ist, ordnete **de Lüc** seine Beobachtungen so, daß er die, wo die Wärme größer als 16¾ Grad war, von denen, wo sie kleiner war, absonderte, und berechnete, wie viel etliche davon zusammen im Durchschnitte Abweichung von der Regel für 1 Grad Aenderung der Wärme gaben. Noch fand er zu wenig Ueber-

einstimmung, und sahe sich genöthigt, die am meisten abweichenden Beobachtungen wegzuwerfen. Es fand sich, daß alle die, welche um die Zeit des Aufgangs der Sonne gemacht waren, weggelassen werden mußten, weil sie die Höhe zu klein gaben, wovon er die Ursache in dem um diese Zeit wehenden Ostwinde sucht, der die Luft aus der Ebne auf die Berge führe, und einen höhern Barometerstand daselbst verursache.

Nach dieser Weglassung stimmten die Resultate im Durchschnitte dahin überein, daß man, für jeden Grad Aenderung der Wärme, den durch die Regel gefundenen Unterschied der Höhen um $\frac{1}{215}$ ändern müsse. Dies giebt, wenn n die Anzahl der Grade bedeutet, um welche das Quecksilberthermometer von 80 Graden (oder das sogenannte reaumürische) über $16\frac{3}{4}$ steht, die hinzuzufügende Berichtigung $= \frac{n}{215} . x$, mithin

$$x = 10000 . (1 + \frac{n}{215}) . (\log . f - \log . y)$$

Oder, wenn r den beobachteten Grad des reaumürischen Thermometers selbst anzeigt, also $n = r - 16\frac{3}{4}$ ist,

$$x = 10000 (1 + \frac{r}{215} - \frac{16,75}{215}) . (\log . f - \log . y).$$

Der Coefficient ce ist $= 10000 (\frac{198,25 + r}{215})$

Herr **de Lüc** macht, um den Zahlen 215 und $16\frac{3}{4}$ auszuweichen, eine neue Thermometerscale, die beym Siedpunkte + 147, beym Eispunkte — 39, und bey $16\frac{3}{4}$ nach Reaumür, Null hat. Weil so zwischen Sied- und Eispunkte 186 Grade enthalten sind, so macht 1 Reaum. Grad $\frac{186}{80}$ de Lücsche, und wenn darauf $\frac{1}{215}$ Aenderung kömmt, so kömmt auf 1 Grad nach de Lüc $\frac{80.}{215.186} = \frac{1}{500}$ Aenderung.

Nun heiße der Grad, den das Thermometer an dieser Sta-

le zeigt, l, so ist die hinzuzusetzende Berichtigung $= \frac{l}{500} . x = \frac{2l}{1000} x$, und

$$cc = 10000 \left(1 + \frac{2l}{1000}\right).$$

Ex. **De Lüc** (Unters. Th. II. S. 158) findet an seinem ersten Standpunkte auf dem Berge Saleve den Barometerstand oben 5186, unten 5233 Sechszehntheile einer Linie. Diese Angaben sind schon wegen der Wirkung der Wärme aufs Quecksilber berichtiget. Die Wärme der freyen Luft geben die Thermometer nach seiner eben beschriebenen Scale oben − 45, unten − 47 an, woraus das Mittel $-\frac{45+47}{2}$ die mittlere Wärme der ganzen Luftsäule, oder l giebt, daß also 2l = − (45 + 47) oder die Summe der Thermometerangaben an beyden Beobachtungsorten ist. Hieraus ergiebt sich folgende Berechnung:

log. 5233 = 3,7187507
log. 5186 = 3,7148325
Unterschied = 0,0039182
Höhe in Toisen = 39,182
— in Schuhen = 235,092
$-\frac{92}{1000}$ hievon = − 21,62
Verbesserte Höhe = 213,472 Schuh
Die geometrisch gemessene Höhe war 216 Fuß 2 Zoll.

De Lüc findet seine Formeln am Meere sowohl als auf den Alpen bis 1560 Toisen über dem Meere mit der Erfahrung übereinstimmend, folgert daraus, daß man bey der gewöhnlichen Temperatur am Ufer des mittelländischen Meeres auf 80 Fuß steigen müsse, um eine Linie Quecksilberfall zu erhalten, und schließt sein klassisches Werk mit Erzählung der noch zurückbleibenden Schwierigkeiten und mit Vorschlägen, ihnen abzuhelfen. Herr Prof. **Zimmermann** in Braunschweig (Beobachtungen auf einer Harzreise, Braunschweig, 1775. 8.) prüfte die

de Lücsche Methode sowohl an Höhen, als auch an Tiefen in den Bergwerken auf dem Harz, und fand sie mit den unmittelbaren Messungen und den Markscheiderangaben ziemlich übereinstimmend. De Lüc hat auch selbst Anwendungen davon auf Bestimmung der Tiefen der Gruben im Harz gemacht (Philos. Transact. 1777. Vol. LXVII. P. I. n. 22.).

Maskelyne (Philos. Trans. 1774. Vol. LXIV. P. I. no. 20.) reduciret die de Lücschen Formeln auf englisches Maaß und Grade des fahrenheitischen Thermometers, dessen Siedpunkt bey 30 engl. Zoll Barometerhöhe bestimmt ist, da ihn die französischen Künstler bey 27 pariser Zoll zu bestimmen pflegen. **Horsley** (ebend. no. 30.) beschäftigt sich gleichfalls mit diesen Reductionen, bringt aber außerdem noch viel lehrreiches bey, macht Bemerkungen über die durch die Wärme geänderte Subtangente der logarithmischen Linie, und setzt Tafeln zur Erleichterung der de Lücschen Berechnungen für Engländer hinzu.

Lambert (Abhdl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhdl. der Churbayr. Akad. der Wiss. III. B. 2. Th. S. 75—182.) bemerkt, daß die Federkraft der Luft auch durch die Dünste vermehrt werde, welche theils die Lufttheilchen zusammenpressen, theils die drückende Last vergrößern, daher Mariottes Gesetz nur in sehr großen Höhen völlig zutreffen könne. Aus geometrischen Messungen, die er schon längst in einer andern Schrift (Les proprietés de la route de lumiere par les airs, à la Haye, 1758. 8maj.) wegen der Stralenbrechung berichtiget hatte, giebt er die Formel

$$x = 10000 \log. \frac{a}{y} - \frac{43.(336-y)}{43+(336-y)},$$

wo a den Barometerstand am Meere bedeutet.

Der Ritter **Georg Shuckburgh** (Philos. Trans. 1777. Vol. LXVII. P. I. no. 29.) hat de Lüc's Vorschriften durch wirkliche Nachmessungen auf den Bergen Saleve und Mole bey Genf scharf geprüft, und glaubt zu finden, daß dieselben bey der Temperatur 61,4 Grad nach Fah-

renheit die Höhen auf jede 1000 Schuh um 23 Schuh zu klein geben. So sucht er auch Fehler in der Berichtigung wegen der Wärme der Luft, und will, aus Versuchen über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme, wobey das Volumen beym Eispunkte um 2,43 Tausendtheile stieg, wenn sich die Wärme um 1 Grad änderte, schließen, die Temperatur, wobey die logarithmische Differenz die Höhe unmittelbar in englischen Klaftern (fathoms) giebt, sey nicht, wie nach Horsley aus de Lüc's Formeln folge, 39,7, sondern 31,24 Grad nach Fahrenheit, also beynahe der Eispunkt selbst. Hierauf gründet er nun eine neue Berechnungsart, welche sehr weitläuftig und ganz von seinen in dieser Absicht mitgetheilten Tabellen abhängig ist.

In eben dem Bande der Transactionen (no. 34.) prüft auch William Roy die de Lücschen Regeln. Sehr sorgfältige Versuche über die Ausdehnung der Luft im Amontonischen Luftthermometer führen ihn auf das Resultat, daß die Ausdehnung der Luft bey den gewöhnlichen Temperaturen im Durchschnitt genommen für jeden Grad Aenderung der Wärme 2,45 Tausendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da de Lüc, Horsley's Reductionen gemäß, nur 2,10 annehme, also für jeden fahrenheitischen Grad 0,35 d. i. $\frac{1}{7}$ der ganzen Ausdehnung zu wenig setze. Er hat ferner die Höhe der Berge Snowdon und Moel Eillio in Carnarvonshire sehr genau gemessen, und glaubt schließen zu dürfen, daß die Temperatur, wobey es keiner Berichtigung bedarf, sehr nahe am Eispunkte sey (wo er also mit Shuckburgh übereinstimmt), auch daß die Beobachtungen bey Sonnenaufgang, welche de Lüc wegwirft, gerade die zuverläßigsten seyen. Die Berechnung selbst verrichtet er zwar durch die Logarithmen; zur Berichtigung wegen der Wärme aber giebt er Tabellen, und zum Ueberflusse auch noch Thermometerscalen an. Seine Verbesserung beträgt $+\frac{m-32}{408}.x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftsäule in fahrenheitischen Graden bedeutet, also ist bey ihm

$$x = 10000.\left(1 + \frac{m - 32}{408}\right).(\log. f - \log. y).$$

in englischen Faden oder Klaftern.

De Lüc (Philos. Trans. 1778. Vol. LXVIII. P. I. no. 17.) vertheidigt seine Methode, und erklärt die von Shuckburgh und Roy gefundenen Abweichungen daraus, daß sie das Thermometer an der Sonne, er aber stets im Schatten, beobachten. Shuckburgh (ebend. no. 32.) vergleicht seine und Roy's Regeln, die doch noch in einigen Stücken von einander abweichen, und zeigt aus Messungen, daß die seinige 2, Roy's aber 14 Zehntausendtheilchen der ganzen Höhe zu viel gebe.

Herr Rosenthal (Beyträge zu der Verfertigung, der wissenschaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologischer Werkzeuge. Gotha, I. B. 1782. II. B. 1784. 8.) geht anfänglich wiederum auf Summirung von Schichten zurück, deren jeder $\frac{1}{10}$ Lin. Queckſilberfall zugehört. Er berechnet diese Schichten von 350 Lin. bis $187\frac{1}{2}$ Lin. Barometerstand, wobey er die Höhe der untersten unbestimmt läßt, und m nennt, daß also z. B. die Höhe derjenigen Schicht, welche der Quecksilberhöhe von 300 Lin. zugehört, $= \frac{350}{300}$. m oder 1,166 .. m wird. Die Höhen dieser Schichten, so wie ihre Summen von oben herab, oder von der 300sten an gerechnet, bringt er in Tabellen, wo man nun die beyden beobachteten Barometerstände nachschlagen, und die dabeystehenden Summen von einander abziehen muß, um das zu erhalten, was noch mit m multiplicirt die wahre Höhe geben wird. Wäre hiebey, wie gehörig, nicht addirt, sondern die logarithmische Berechnung gebraucht worden, so würde Herrn Rosenthals Höhe

$$x = \frac{\log. f - \log. y.}{\log. 5600 - \log. 5599}. m, \text{ und}$$

sein m = ce (log. 5600 — log. 5599) = 0,0000775. ce seyn. Die unrichtige Methode, zu addiren, wo man integriren muß, verursacht freylich Abweichungen hievon. Um nun dieses m zu bestimmen, bedient sich Herr R. der Messungen des De Lüc so, daß er die dabey gefundenen

Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividirt, welche in dem Unterschiede der Barometerstände enthalten sind, und glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf $\frac{1}{16}'''$ Unterschied der Quecksilberhöhe komme. Dies kan nur für sehr kleine Höhen leidlich zutreffen; wäre es überhaupt richtig, so könnten die Höhen durch die bloße Regel Detri gefunden werden. Inzwischen giebt ihm diese Methode, im Durchschnitte aus vielen Beobachtungen, den Werth seines m = 4,6864 Fuß od. 0,781 Toisen bey der Temperatur $16\frac{3}{4}$ nach Reaumür. Das Produkt hievon in die vorhin gefundene Zahl soll die wahre Höhe in Toisen geben. Man sieht leicht aus dem obigen, wo m = 0,0000775. ce seyn sollte, daß bey dieser Temperatur, bey welcher ce = 10000 ist, m = 0,775 Toisen seyn muß, daß es also durch die unrichtige Berechnungsart um $\frac{6}{1000}$ Toisen oder um $\frac{1}{129}$ seines wahren Werths zu groß gefunden worden ist. Hieraus erhellet, daß diese Methode eigentlich ein Rückgang zu den mariottischen Schichten, und weder scharf genug in Bestimmung der Zahlen der Tabelle, noch richtig in Absicht auf den gebrauchten Coefficienten ist, aus dessen Betrachtung übrigens Herr R. gute Bemerkungen über Dichte und Federkraft der Luft herleitet.

Hiernächst ändert auch Herr **Rosenthal** die Berichtigung wegen Wärme der Luft. **Lambert** nemlich hatte in seine Pyrometrie die Ausdehnung der Luft vom Eis- zum Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens gefunden. Da nun **de Lüc** an seiner Scale 372 Grade zwischen beyden Punkten hat, so glaubt Hr. R. beyde mit einander vereinigen zu können, setzt aber zur Erleichterung der Rechnung 1000 an den Punkt der **Normaltemperatur** ($16\frac{3}{4}$ Reaum.), bey welchem Lambert 1077 hat. Dem gemäß muß an den Eispunkt 928, an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an der untern Station z. B. 1038, an der obern 1002, so ist blos die mittlere Wärme 1020 in die gefundene Höhe zu multipliciren und das Product mit 1000 zu dividiren, weil sich hiebey die ganze Luftsäule, gegen ihre Größe bey der Normal-Temperatur gehalten, im Verhältnisse 1000 : 1020 verändert hat.

Endlich bringt auch Herr R. noch eine sinnreiche Abänderung der logarithmischen Formel bey, die sich auf seine beym Worte: **Barometer** (s. dieses Wörterbuchs Th. I. S. 265.) angeführte Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers gründet. Ein Heberbarometer zeige unten im längern Schenkel a, im kürzern b, oben auf dem Berge im längern α, im kürzern β; die Normallänge (s. Th. I. a. a. O.) sey $= l$. So ist der berichtigte Barometerstand unten $= \frac{a - b}{a + b} . l$ oben $\frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta} . l$. Also die Differenz ihrer Logarithmen $= \log. \frac{a - b}{a + b} - \log. \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta}$, welches nun noch mit 10000 multiplicirt und wegen der Wärme der Luft berichtiget werden muß, um die wahre Höhe zu finden. Diese Methode erspart, 1) das eine Thermometer, das bey de Lüc am Brete des Barometers angebracht ist, gänzlich; 2) bringt sie die Quecksilberhöhen auf die Normaltemperatur ($16\frac{3}{4}$) selbst, da **de Lüc** sie (nach Th. I. S. 261.) nur auf 10° nach Reaumür bringt, und also wärmere Luft mit kälterm Quecksilber vergleicht. Könnte man sich auf eine durchaus gleiche Weite der Barometerröhren verlassen, und allen Verlust des Quecksilbers aus der Röhre verhüten, so würde dies eine wesentliche und sehr schätzbare Verbesserung der de Lücschen Methode seyn, ob man gleich dabey mehr zu rechnen und vier Logarithmen aufzusuchen hat. So viel von Herrn Rosenthals Bemühungen, in welchen viel Vortrefliches mit einigem Fehlerhaften vermischt ist.

Herr **Kramp** (Geschichte der Aerostatik, Strasb. 1784. gr. 8. Th. I. Abschn. 5, 6, 7.) hat die Gründe einer Theorie der specifischen Federkraft verschiedener Luftarten mit vieler mathematischen Einsicht aus einander gesetzt, und dabey manches zu den Höhenmessungen Gehörige deutlicher bestimmt. **Bouguers** Vermuthung einer verschiednen specifischen Elasticität der Lufttheilchen hat sich durch die neuen Entdeckungen über die Gasarten vollkommen bestätiget, und wir haben Ursache genug, hierauf aufmerksam

zu seyn. Die specifische Federkraft einer Luftsäule ist, wie oben bemerkt worden, dem c der allgemeinen Formel oder der Subtangente der zugehörigen logarithmischen Linie proportional. Bey Hrn. **Kramp**, der in seiner Theorie blos auf hyperbolische Logarithmen sieht, ist

$$x = c. \log. nat. \frac{f}{y}.$$

Man findet für jede logarithmische Formel zu Höhenmessungen die zugehörigen Subtangenten oder c, wenn man unsere im Vorigen angegebnen Coefficienten ce mit e = 2,302585 ..... dividirt, oder mit $\frac{1}{e} = 0,43429448 \ldots$ multiplicirt So ist c

nach Mariotte	= 3522	Toisen
nach Halley	= 4235	—
nach Horrebow	= 4394	—
nach Scheuchzer	= 5621	—
nach Bouguer	= 4198	—
nach Lambert, Mayer u. de Lüc	= 4342	—

Aber diese Subtangente ändert sich durch die Wärme, weil selbige die specifische Federkraft ändert. Bey de Lüc z. B. ist c nur alsdann 4342 Toisen, (oder wie Herr **Kramp** aus seinen Beobachtungen findet 4342,704 Toisen) wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ (eigentlich $16\frac{24}{31}$) nach Reaumür ist; und diese Größe ändert sich für jeden Grad der Wärme um $\frac{1}{215}$. Sie ist also, wie schon oben berechnet worden, wenn das reaumürische Thermometer r Grade zeigt, mit $1 + \frac{r - 16,75}{215}$ d. i. mit $\frac{198\frac{1}{4} + r}{215}$ oder mit $\frac{18440 + 93r}{20000}$ zu multipliciren.

Es seyen nun zween Grade der specifischen Federkraft c und C, und die Grade des reaumürischen Thermometers, für die sie statt finden, r und R, so wird

$$c : C = \frac{198\frac{1}{4}+r}{215} : \frac{198\frac{1}{4}+R}{215} = 198\frac{1}{4}r : 198\frac{1}{4}+R$$

eyn. Z. B. für den — 8ten und dreyßigsten Grad ach Reaumür, welches ohngefähr die äußersten Grade bey nsern Beobachtungen sind, verhalten sich die specifischen Elasticitäten der Luft, wie $190\frac{1}{4} : 228\frac{1}{4} = 761 : 913$ oder eynahe, wie 5 : 6. Für Eis- und Siedpunkt wie $198\frac{1}{4}$: $278\frac{1}{4}$ d. i. fast wie 5 : 7.

Nun hat **de Lüc** angenommen, die Höhen verändern ich bey jedem Grade Aenderung der Wärme gleichviel. Diese Voraussetzung ist wohl nicht in aller Schärfe wahr, ie läßt sich aber dadurch entschuldigen, daß der größte Unterschied der specifischen Federkräfte nur $\frac{1}{6}$ des Ganzen betragen kann.

Herr **Kramp** macht aber in dieser Theorie noch zwo wesentliche Aenderungen. Zuerst legt er nicht, wie de Lüc $16\frac{3}{4}$°, sondern 10 Grad Temperatur zum Grunde, und setzt die specifische Federkraft der Luft bey diesem Grade = 1. So ist dieselbe für jeden andern Grad R, $= \frac{198\frac{1}{4}+R}{208\frac{1}{4}}$ Zweytens vergleicht er Herrn **de Lüc's** Angaben mit den Aenderungen der astronomischen Stralenbrechung, welche nach **Mayers** Bestimmungen um $\frac{1}{22}$ wächst, so oft das Reaumürische Thermometer bey unveränderter Barometerhöhe um 10 Grad fällt. Dies macht für 1 Grad $\frac{1}{220}$ aus, und gilt eigentlich bey der Temperatur 10 Grad nach Reaumür. Da sich nun die specifische Federkraft, bey ungeänderter Barometerhöhe verkehrt, wie die Dichte oder Stralenbrechung verhält, so wird jene für r Grade des Thermometers mit $1 + \frac{r-10}{220}$ d. i. mit $\frac{210+r}{220}$ zu multipliciren seyn, und sich daher wie $210+r$, oder wie $1+\frac{r}{210}$ verhalten. Diese Bestimmung scheint Herrn K. richtiger, als die des de Lüc, welcher $1+\frac{r}{198}$ setzt.

Nach diesen Aenderungen wird sich nun die Subtangente, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad 4342,704 war, und dem Bruche $1 + \frac{r}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grad im Verhältnisse $226\frac{3}{4}$: 220 vermindern, mithin 4213,440 Toisen gleich werden, und der 220ste Theil hievon oder 19,152 Toisen wird ihre Veränderung für jeden Grad des Thermometers seyn. Hieraus ist von Herrn K. eine Tafel (S. 113.) berechnet, in welcher die Federkraft und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angegeben sind. Diese Tafel giebt also c für jede mittlere Wärme, und dies in die Differenz der hyperbolischen Logarithmen (oder zuerst in e und dann in die Differenz der briggischen) multiplicirt, giebt sogleich die wahre Höhe x. Dieses sinnreiche Verfahren bringt wenigstens die Berichtigung wegen der Wärme der Luft auf eine mathematische Form, welche zu weitern Untersuchungen und Verbesserungen sehr bequem ist. Die Subtangente mit der Barometerhöhe dividirt, zeigt auch sogleich, wie vielmal die Luft leichter, als Quecksilber, ist.

Herr **Rosenthal** (Beylage zu Herrn Krampens Geschichte der Aerostatik, Gotha, 1785. 8.) hat sich zwar verschiedene von Herr **Kramps** Sätzen, als seine Erfindungen zueignen wollen; dieser aber (Anhang zur Geschichte der Aerostatik, Strasb. 1786. gr. 8.) antwortet darauf sehr gründlich und mit sichtbarem Gefühl seiner Ueberlegenheit, zeigt auch lehrreich, wie der Gang seiner Ideen durch **Bouguer's**, **Lamberts** und **de Lüc's** Schriften ganz natürlich veranlasset worden sey, und fügt eine sehr wohl ausgearbeitete Theorie der specifischen Federkräfte verschiedener Luftarten, nebst einer Tabelle über dieselben bey 55 Grad nach Fahrenheit aus Fontana's Versuchen bey, die er mit brauchbaren Anwendungen auf das Gleichgewicht der Luftarten in verschloßnen Röhren, und auf die Geschwindigkeit des Schalles begleitet.

Herr Hofrath **Mayer** (Physikalisch-mathematische Abhandlung über das Ausmessen der Wärme in Rücksicht auf das Höhenmessen vermittelst des Barom. Frf. u. Lpzg.

1786. 8.) giebt eine allgemeine Theorie der Wärmemessung, über welche Amontons, Lambert, de Lüc u. a. schon so viel einzelne schöne Erfahrungen gemacht, und Untersuchungen angestellt hatten. Das allgemeine Gesetz scheint, unter den gehörigen Ausnahmen, dieses zu seyn, daß sich die Differenzen der Räume, in die sich ein Körper ausdehnt, wie die Differenzen der Temperaturen, verhalten. Hieraus wird eine Differentialformel hergeleitet, welche fruchtbar an wichtigen Folgen ist, und streng beweiset, daß die blos von der Wärme herrührende Veränderung der Federkraft der Aenderung der Wärme selbst proportional sey. Dies wird nun nach Versuchen über die Vergleichung der absoluten Wärmen mit den Ausdehnungen der Luft, auf die barometrische Höhenmessung angewendet, und gezeigt, wie de Lüc's Berichtigung um $\frac{1}{217}$ für jeden reaumürischen Grad aus den Versuchen und der Differentialgleichung folge. Herr **Mayer** behauptet, de Lüc's Bestimmung von $\frac{1}{217}$ sey in allen Fällen so zureichend, daß sie keiner weitern Verbesserung bedürfe.

Herr **Hennert** betrachtet in seiner 1785 zu Göttingen gekrönten Preißschrift (Commentatio de altitudinum mensuratione ope barometri. Ultraj. 1786. 8maj.) die Theorie der Höhenmessungen und ihrer Berichtigungen in der größten Allgemeinheit. Der Raum verstattet hier nicht, seine Berechnungen im Zusammenhange vorzulegen. Einzelne Bemerkungen daraus sind folgende: Wenn sich Dichten zwoer Luftmassen, wie D:d, Wärmen (d. i. Luftsäulen, die von ihnen bey einer gewissen Dichte und bey den stattfindenden Temperaturen getragen werden können) wie C:γ, die Quecksilbersäulen, die sie tragen, wie f:y verhalten so ist $\frac{f}{DC} = \frac{y}{\delta\gamma} = A$ eine unveränderliche Größe. Nun folgt aus den gewöhnlichen Schlüssen die Formel

$$\delta dx = - dy \text{ oder } \frac{y\,dx}{\gamma} = - A dy$$

woraus man nach gehörigem Integriren $\int \frac{dx}{\gamma} = A \log. nat.$

$\frac{f}{y}$ erhält. Die Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers richtet H. so ein, daß sie nach einer von ihm mitgetheilten Tafel nur am untern Barometerstande f vorgenommen werden darf, den er alsdann f corr. nennt. Statt der natürlichen Logarithmen briggische zu gebrauchen, darf man nur A mit 2,30285 .... multipliciren, wodurch es sich in B verwandelt. Um nun noch $dx : \gamma$ zu integriren, nimmt er $\gamma = C\left(1 + \frac{\alpha x}{f}\right)$ an und findet so, mit Weglassung kleiner Größen

$$x = \frac{2C\gamma}{C+\gamma} \cdot B \log. \frac{f\,corr.}{y}.$$

wo C und γ aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des fahrenheitischen Thermometers an beyden Standpunkten gegeben sind. Herr H. zeigt auch, daß diese Methode mit den meisten Erfahrungen übereinstimme.

Zu den Formeln, welche vom Mariottischen Gesetze abweichen, gehört noch eine von Herrn D. **Wünsch** (Neue Theorie von der Atmosphäre und Höhenmess. mit Barometern, Leipzig, 1782. 8.). Sie beruht auf den Sätzen, daß sich die Dichte der Luft wegen des Gesetzes der Gravitation verkehrt, wie die vierte Potenz des Abstandes vom Mittelpunkte der Erde, verhalte, und daß man die so gefundene Dichte, wegen des Drucks der obern Luft auf die untere, mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müsse, um die wirkliche Dichte zu erhalten. Daraus soll nun eine Formel folgen, in welcher Unterschiede der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen fast eben so gebraucht werden, wie sonst die Unterschiede der Logarithmen. Herr W. theilt deswegen mühsam berechnete Tafeln über die Wurzeln der vierten Potenz aus den natürlichen Zahlen und ihre Unterschiede mit. Aber der Grund dieses Gebäudes ist eine bloße, noch dazu höchst unwahrscheinliche, Hypothese, und die Formeln folgen nicht richtig aus den vorausgeschickten Sätzen.

Man weiß aus Beobachtungen, daß die Veränderun-

gen des Barometers auf eine große Strecke Landes gleichzeitig erfolgen, und wenn die Orte gleich hoch liegen, auch gleich groß, bey nicht allzugroßen Unterschieden der Höhen aber den mittlern Höhen der Quecksilbersäulen an diesen Orten proportional sind. Bey großen Unterschieden der Höhen aber, die mehrere Hunderte von Toisen betragen, hört dieses Gesetz auf, und die Barometerveränderungen werden in der Höhe weit geringer, welches ein unglücklicher Umstand für die Höhenmessungen ist. (Man s. *Saussure* Voyages dans les Alpes, To. IV.)

Durch das Barometer können auch weite Strecken Landes, oder der Lauf der Flüsse, nivellirt werden. Man läßt entweder an einem Orte das Barometer täglich zu gewissen Stunden beobachten, und macht die Beobachtungen an andern Orten zu eben den Stunden, um die gleichzeitigen paarweise zur Berechnung zu gebrauchen; oder man nimmt für jeden Ort die daselbst beobachteten mittlern Barometerhöhen. Für die Meeresfläche ist der mittlere Barometerstand nach Bouguer 28 pariser Zoll 1 Lin.; er kan aber bis 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Lin. steigen.

Recherches sur les modifications de l'atmosphère par Mr. *Iean Andre de Luc*, à Geneve, To. I et II. 1772. gr. 4.

J. A. de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre; aus dem Franz. übers. Leipzig, I. Th. 1776. II. Th. 1778. gr. 8.

A. G. Kästners Abhandlung von Höhenmessungen durch das Barometer, in s. Anmerkungen über die Markscheidekunst. Göttingen, 1775. 8. S. 215. u. f.

C. H. *Damen* Diss. phys. et math. de montium altitudine barometro metienda. Hagae Com. 1783. 8.

Höhlen, unterirdische, Grotten, Cavernae, *Cavernes*, *Grottes*. Leere Räume von verschiedener Größe, in den Bergen oder im Innern der Erde. Sie werden mehrentheils in gebirgichten Orten, vornehmlich in Kalkgebirgen, selten oder niemals im platten Lande angetroffen. Auf den Inseln des Archipelagus, den azorischen, canarischen, grünen, moluckischen u. a. sind sie sehr häufig, da Inseln überhaupt nichts als Spitzen von Bergen sind, die

aus dem Meere hervorragen. Gemeiniglich haben sie Gänge von verschiedener Höhe und Richtung, welche in größere mit Pfeilern und Figuren von Tropfstein ausgezierte Klüfte führen, auf deren Boden sich Wasser befindet. Bisweilen trifft man darinn auch Knochen, Zähne und Gerippe von Landthieren an.

Die **Elfenhöhle** (*Pauls-hole, fire-hole*) in Derbyshire ist ihrer Größe wegen bekannt. Man läßt sich zuerst auf 120 Fuß tief durch eine lothrechte Oefnung hinab, die endlich seitwärts geht, sich erweitert, und auf einem Steingeschütte zu einer Höhle führt, welche auf 150 Fuß Höhe und Breite hat, und in der sich 60 — 99 Fuß hohe Pfeiler von Tropfstein erheben. Sie ist von **Leigh** (s. Act. Erud. Lipf. 1701. Nov. p. 517.) und von **Lloyd** (Philos. Trans. 1771. Vol. LXXI. n. 31.) beschrieben worden.

Die **Baumannshöhle** auf dem Harz, zu welcher ein natürliches Gewölbe in den Berg hinein führt, besteht aus mehreren Räumen und engen Gängen. Sie ist überall mit Tropf- und Rindensteinen ausgezieret, an denen sich eine lebhafte Einbildungskraft allerley Figuren, als Mosen mit zwey Hörnern, Christi Auferstehung, Mönche, ein betendes Weib, Orgeln u. dgl. hat vorstellen können. Man findet in ihr auch Knochen und allerley Versteinerungen. Die **Scharzfelder** Höhle ist jener sehr ähnlich, und hat unter einer großen Menge Knochen einige von solcher Größe, daß man die Thiere nicht errathen kan, denen sie zugehören. Diese Höhlen hat **Leibnitz** (Protogaea, ex edit. *Scheidii*. Gott. 1749. 4. To. I. §. 36. 37.) beschrieben.

Auch in Frankreich und der Schweiz findet man viele ähnliche Höhlen. Eine in der Franche Comte (Mém. de Paris 1712. 1726. ingl. Mém. des Sav. etrangers, To. I.) hat einen Boden, der aus drey Fuß dickem Eise besteht, und viele auf 20 Fuß hohe Eispfeiler. Das Thermometer hält sich darinn beständig um den Eispunkt. Die **Grotte de Notre Dame de Balme**, 7 Stunden weit von Lion, hat an der einen Seite einen 6 Fuß breiten Bach, der sich beym Ausgange in die Rhone ergießt. Aus dem Ber-

e Coyer, aus Malignon in Provence rc. bricht durch Spalten und Oefnungen ein kalter Wind hervor.

In Italien sind verschiedene unterirdische Höhlen. Der Monte Eolo nordwärts von Terni, bey der kleinen Stadt Cesi giebt aus seinen Spalten, besonders zur Sommerzeit, einige Stunden vor und nach dem Mittage, einen kühlen Wind. Die Hundsgrotte (Grotta del cane) bey Neapel, deren schon Plinius (Hist. nat. Lib. II.) gedenkt, ist wegen des erstickenden Schwadens auf ihrem Fußboden bekannt, in welchem die Thiere sterben und die Fackeln verlöschen. Dieser Schwaden erstreckt sich nur bis 10 Zoll über dem Boden, und in einer größern Höhe kan man sich ohne Schaden aufhalten und frey athmen. Dieser tödtliche Schwaden besteht aus fixer Luft, welche aus dem kalkartigen Boden durch die in den dasigen Schwefelkiesen enthaltene Vitriolsäure entwickelt wird, s. Gas, mephitisches.

Ueberhaupt sind in den vulkanischen, schweflichten und den Erdbeben ausgesetzten Gegenden die Höhlen sehr häufig, wie z. B. in den Inseln des Archipelagus, in den Azoren, Molukken, den Cordelieren, in Peru u. s. w.

Eine der berühmtesten Höhlen ist die Grotte von Antiparos, welche Tournefort (Voyage au Levant, ed. de Lion, 1717. 4. p. 188. sq.) beschreibt. Der Eingang ist gewölbt und über 20 Schritte weit; er führt zu einer dunkeln Oefnung, durch die man mit großer Schwierigkeit vermittelst enger Gänge, schmaler Treppen und Leitern, über jähe Abstürze bis zu einer Tiefe von mehr als 300 Klaftern gelangen kan, wo man eine sehr große und auf dem Boden mit allerley Steinfiguren bedeckte Höhle findet. Der bey den Alten bekannte Labyrinth in Creta oder Candia bey Gortyna, hat seinen Eingang an der Südseite des Berges Ida. Er führt durch einen Gang mit vielen Beugungen und Seitensteigen, wovon der größte 1200 Schritt lang ist, zu zween großen Sälen. Der Weg ist zuweilen so niedrig, daß man kriechen muß. Die Wände sind lothrecht und scheinen von großen ordentlich über einander liegenden Steinen aufgeführt; die eingehauenen Namen haben ein

Relief auf zwo Linien dick erhalten, welches weißer ist, als der Stein. **Tournefort** sieht diesen Labyrinth, wenigstens zum Theil, für ein Werk der Menschen an; **Pocock** vermuthet, daß es ein Steinbruch gewesen sey, welches aber wegen des weichen Steins, der Beschaffenheit der Gänge und der Schwierigkeit der Ausförderung sehr unwahrscheinlich ist. In dem alten Achaja, jetzt Livadia, ist die **Grotte des Trophonius**, welche im Alterthum wegen eines Orakels bekannt war. Sie liegt zwischen einem See und dem Meere, unter einem hohen Berge, durch welchen auf 40 unterirdische Gänge hindurch gehen, und zum Theil dem See zum Abflusse dienen.

Die meisten dieser Höhlen, vorzüglich diejenigen, welche in Kalkgebirgen angetroffen werden, und auf dem Boden Wasser enthalten, scheinen vom **Wasser gebildet** zu seyn, welches beym Durchseihen durch die Zwischenräume des Gesteins, die in Schichten oder Nestern liegenden kalkartigen Materien nach und nach erweicht, und mit sich hinweg geführt hat. Die Vergrößerung solcher Höhlen dauert hin und wieder noch jetzt fort; denn man findet, daß von den Decken dieser Gewölber noch immer Wasser herabtröpfelt. Findet ein solcher Tropfen bey seinem Falle eine Basis, so setzt er an dieselbe die Kalktheile ab, die er mit sich führet, und bildet dadurch mit der Zeit die **Tropfsteine** oder **Stalactiten**, die sich in dergleichen Höhlen so häufig in Form der Eiszapfen, Säulen, Krusten und unter mancherley andern seltsamen Gestalten erzeugen. Noch jetzt spühlt das durchseihende Thau- und Regenwasser in den Kalkgebirgen ganze Schichten aus, und macht dadurch die Oefnungen, welche die Bergleute **Kalkschlotten** zu nennen pflegen (s. **de Lüc** Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, II. Th. 112. Brief.). Bisweilen stürzt dadurch ein Theil des darüberliegenden Bodens ein, und veranlasset die sogenannten **Erdfälle**, dergleichen sich an vielen Orten, z. B. in der Gegend um Pyrmont (s. **Markard** Beschreibung von Pyrmont, I. Th. II. Abschn. Cap. 2. S. 185.) sehr häufig finden. Ist eine solche Kalkschicht mit Materien vermischt, die das Wasser nicht

auflösen kan, z. B. mit Conchylien, Knochen und Landthieren, Trümmern von festem Gestein u. dgl., so bleiben diese auf den Boden der Höhlen zurück, woraus sich die Menge der Muscheln, Knochen und des Steinschutts auf dem Boden der Höhlen sehr leicht erkläret. Es ist also kaum zu bezweifeln, daß die meisten Höhlen ihre Entstehung dieser Ursache zu danken haben.

Außerdem aber können auch Erdbeben und Vulkane sowohl in ursprünglichen, als auch in vulkanischen Bergen, durch ungleiche Erhebung oder Brechung, durch Erhärtung der obern Lava, unter welcher die untere noch immer abfließt, und auf andere Art, Höhlen erzeugen. Die sogenannten **Aeolushöhlen** erklärt **Knoll** (Unterhaltende Naturwunder, Aeolushöhlen, u. s. w. Erfurt, 1786. 8.) durch periodisches Stürzen kälterer dichterer Luft in dünnere wärmere, durch Hervorbrechen vulkanischer Dünste, oder Entwickelung künstlicher Luftarten, und durch Wind, der von herabstürzendem Wasser erregt wird.

Bergmann, physicalische Beschr. der Erdkugel, durch **Röhl**, Greifswalde, 1780. gr. 8. I. Th. 2. Abth. Cap. 7.

Brisson Dict. raisonné de physique, art. *Cavernes.*

Hörrohr, Tuba acustica, *Cornet acoustique.* Ein Werkzeug zu Verstärkung des Gehörs für diejenigen, bey welchen dieser Sinn schwach ist. Man giebt den Hörröhren eine weite Oefnung AC, Taf. XI. Fig. 74. und CD, Fig. 75., damit sie soviel Schallstralen ab, cd, als möglich auffangen können, welche sonst bey dem Ohre vorbeygehen würden. Dem innern Theile Ab, Cd, giebt man am besten eine parabolische Gestalt, welche die Parallelstralen ab, cd in den Brennpunkt f sammelt, wo sie durch die Röhre fg, die man in das Ohr steckt, zu dem Werkzeuge des Gehörs geführt werden. Inwendig müssen diese Hörröhren wohl polirt, auswendig aber mit einem weichen Stoffe überzogen seyn, damit sie den Schall vollkommen regelmäßig zurückwerfen, auch durch die äußere Seite nicht durchlassen. **Le Cat** (Traité des sens, p. 292.) bemerkte am Bau des Ohrs, daß der Schall in einer völlig eingeschloßnen Luft sehr verstärkt werde, und gab daher das

doppelte **Hörrohr**, Fig. 75. an, wo die Höhlung AEB eine eingeschloßne Luft enthält, welche nicht anders, als durch die Röhre EG in das Ohr ausweichen kan, und von den Schallstralen gerührt wird, die sich in der vordern Höhlung CFD nach F reflectiren. Solcher Röhren bedienen sich schwerhörende Personen mit Nutzen. Sonst thut uns und den Thieren das äußere Ohr eben die Dienste, wie auch die hohle Hand, wenn man sie hinter das Ohr hält.

Brisson Dict. rais. de Physique, art. *Cornet acoustique*.
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, 4te Aufl. §. 227.

Hohlgläser, s. **Linsengläser**.

Hohlspiegel, Speculum concavum, *Miroir concave*. Ein krummer Spiegel, dessen Fläche nach der Vorderseite zu **hohl** ist. Die Krümmung kan sphärisch, parabolisch, elliptisch oder hyperbolisch seyn. Da die letztern beyden Arten selten gebraucht werden, für die parabolischen aber ein eigner Artikel (**Parabolische Spiegel**) bestimmt ist, so bleiben hier nur noch die sphärischen Hohlspiegel oder **hohlen Kugelspiegel** (specula sphaerica concava) zu betrachten übrig, wobey man erstens auf die Wege der von ihnen zurückgeworfenen Stralen, zweytens auf die Bilder, die sie darstellen, zu sehen hat.

MN, Taf. XI. Fig. 76. sey ein Durchschnitt eines hohlen Kugelspiegels, und dessen Mitte A sey mit dem Mittelpunkte der Kugel C durch die Axe AC verbunden. Ein Stral LM, der parallel mit der Axe einfällt, macht mit dem Halbmesser der Kugel CM, (welcher auf der Kugelfläche bey M lothrecht steht) den Einfallswinkel $o = y$, wird also unter einem eben so großen Winkel $x = o = y$ so zurückgeworfen, daß er die Axe CA bey O schneidet. Weil nun im Dreyecke COM die Winkel x und y gleich sind, so sind auch die Seiten MO und CO gleich, und werden, wie in jedem gleichschenklichten Dreyecke, durch das Product der halben Grundlinie in die Secante des anliegenden Winkels ausgedrückt. Nennt man also den Halbmesser der Kugelfläche $CM = a$, so ist

$$CO = \tfrac{1}{2} a. \sec. y.$$

Der Stral CA, der in der Axe selbst einfällt, trifft den Spiegel senkrecht, und prallt in sich selbst zurück. Der zunächst an CA einfallende ca, für welchen der Bogen Aa oder das Maaß des Winkels y unendlich klein, also dessen Secante = 1 ist, trifft die Axe in F so, daß CF = $\frac{1}{2}$ a, oder F auf der Helfte des Halbmessers liegt.

Ist die **Breite des Spiegels** oder der Bogen AM (der allezeit den Winkel y mißt) 18°, so wird LM, der letzte einfallende Parallelstral, die Axe in O so treffen, daß CO = $\frac{1}{2}$ a. sec. 18° = 1,051... $\frac{1}{2}$ a = 0,5255.. a. Alle den Spiegel treffende Parallelstralen werden also zwischen F und O durch die Axe gehen, wobey der Raum FO = 0,5255.. a — 0,5. a = 0,0255..a oder $\frac{1}{39}$ des Halbmessers beträgt.

Wäre des Spiegels Breite AM oder y = 60°, so würde für den äußersten Parallelstral CO = $\frac{1}{2}$ a. sec. 60° = a seyn, oder dieser Stral wird auf den Spiegel selbst nach A zurückgeworfen.

Der Raum FO = CO — CF ist überhaupt für jede Breite des Spiegels = $\frac{1}{2}$ a. sec. y — $\frac{1}{2}$ a = $\frac{1}{2}$ a. (sec. y — 1), also für die Breiten 3°, 6°, 9°, 15° = a multiplicirt in 0,00086; 0,00275; 0,00623; 0,01763, oder = $\frac{1}{1170}$, $\frac{1}{363}$, $\frac{1}{160}$, $\frac{1}{57}$ des Halbmessers.

Ein hohler Kugelspiegel also bringt Stralen, welche mit seiner Axe parallel einfallen, in einem Raume FO zusammen, der einen desto geringern Theil des Halbmessers ausmacht, je kleiner die Breite des Spiegels ist. Der Punkt F liegt um die Helfte des Halbmessers vom Spiegel ab. Die nahe an der Axe einfallenden Stralen sammeln sich näher bey F, die weiter abliegenden weiter von F ab gegen A zu, und die 60° abstehenden in A selbst. Auch werden die Unterschiede der Räume FO, in welchen die zurückgeworfenen Stralen die Axe kreuzen, desto kleiner, je näher die Stralen an der Axe liegen, d. i. je näher sie bey F vorbeygehen, oder die Strahlen kommen in der Gegend von F am dichtesten zusammen.

Durch diese Verdichtung werden die Sonnenstralen, wenn die Axe des Spiegels gegen der Sonne Mittelpunkt gerichtet ist, vermögend gemacht, bey F zu brennen,

s. **Brennspiegel.** Daher heißt auch F der **Brennpunkt** und AF die **Brennweite** des Spiegels, welche letztere also die Helfte des Halbmessers oder **den vierten Theil des Durchmessers** beträgt. Diesen Satz hat **Porta** (De refractione, p. 39.) zuerst angegeben. Wenn der Spiegel keine allzugroße Breite hat, so kan man annehmen, alle aus einem Punkte der Sonne kommende Stralen würden um F vereiniget, wobey das, was hierin nicht in aller Schärfe richtig ist, als eine **Abweichung wegen der Kugelgestalt** des Spiegels angesehen wird. Die weiter von F abliegenden Stralen dienen doch den Gegenstand mit zu erwärmen. Offenbar aber wäre es zum Brennen unnütz, dem Spiegel viel Grade zu geben.

Die Größe der Abweichung wegen der Kugelgestalt kömmt auf die Größe des Raumes FO an, und läßt sich aus ihr durch Rechnungen herleiten, welche für unsern gegenwärtigen Zweck zu weitläuftig sind. Herr **Kästner** (Analytische Katoptrik, in **Smiths** Lehrbegriff der Optik, S. 81. u. f.) hat dieselben analytisch ausgeführt und berechnet (15 Zus. S. 92.), daß bey einem hohlen Kugelspiegel von 8° Breite das Licht in einem nahe am Brennpunkte liegenden Kreise 170590 mal dichter zusammen gebracht wird, als beym Einfallen, vorausgesetzt, daß keine Stralen durch die Reflexion verlohren gehen.

Fiele die Abweichung wegen der Kugelgestalt ganz hinweg, so würde sich im Brennpunkte F ein deutliches Bild der Sonne zeigen, und schon darum würde sich der Brennpunkt in einen diesem Bilde gleichen Flächenraum verwandeln. Wie man unter dieser Voraussetzung die Dichte des Lichts im Brennraume finde, ist bey dem Worte: **Brennraum** angegeben. Die Abweichung aber vermindert nicht allein die Deutlichkeit dieses Sonnenbilds in F, sondern macht auch, daß zwischen F und O eine ununterbrochene Reihe von Sonnenbildern entsteht, welche verschiedene Größen haben, und den Brennraum zu einem körperlichen Raume ausdehnen, dessen auf den Spiegel lothrechte Durchschnitte von **Brennlinien** begrenzt werden. Da man aber den hohlen Kugelspiegeln nie eine beträchtliche Breite

giebt, so kan man bey den allgemeinen Erklärungen ihrer Phänomene die Abweichung wohl bey Seite setzen.

Stralen, die aus F auf die Fläche des Hohlspiegels fallen, werden dergestalt zurückgeworfen, daß sie hernach alle unter sich und mit der Axe gleichlaufend werden. Von einer brennenden Kerze in F wirft der Spiegel alles Licht parallel in unendliche Entfernungen hinaus.

Daß die zündende Eigenschaft der hohlen Kugelspiegel schon den Alten bekannt gewesen sey, erhellet aus den Anfangsgründen der Katoptrik, die man insgemein dem **Euklides** zuschreibt, wo diese Eigenschaft (Prop. 31.) ausdrücklich erwähnt, der Brennpunkt aber sehr unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche gesetzt wird. Man findet aber keine bestimmten Nachrichten, daß davon irgend einiger Gebrauch gemacht worden sey, und die Erzählung von Archimeds Brennspiegeln ist vielen Zweifeln unterworfen, s. **Brennspiegel**. Euklids Katoptrik beschäftiget sich mehr mit den im Hohlspiegel erscheinenden Bildern, zu deren Betrachtung wir nunmehr fortgehen wollen.

Es ist bey dem Worte: **Bild** bereits angeführt worden, daß man die Bestimmung des Orts der Bilder in Spiegeln auf zweyerley Sätze gründe. Der erste, schon in Euklids Katoptrik gebrauchte, ist dieser: daß man das Bild eines Punkts da sehe, wo der vom Spiegel zurückgeworfene Stral das vom Punkte auf die Spiegelfläche gefällte Loth schneidet. Euklid suchte ihn daher zu erweisen, weil man in Kugelspiegeln kein Bild sieht, wenn das Auge in diesem Lothe steht, welcher Grund aber nicht hinreichend ist. Der andere von **Barrow** eingeführte Grundsatz nimmt den Ort des Bildes in der Spitze des von den zurückgeworfenen Stralen gebildeten Kegels an. Nun giebt es zwar, wie Herr **Kästner** (De objecti in speculo sphaerico visi magnitudine apparente, Comm. Nov. Gotting. To. VIII. 1777.) gezeigt hat, in sphärischen Spiegeln gar keinen Punkt, aus dem die von einerley Punkte des Gegenstandes ins Auge fallenden Stralen alle herkämen; doch enthält auch bey ihnen das Perpendikel von dem sichtbaren Punkte auf die Fläche des Spiegels (oder die

linie durch den sichtbaren Punkt und des Spiegels Mittelpunkt) denjenigen Ort, um welchen die Zerstreuungspunkte der zurückgeworfenen Stralen am dichtesten beysammen liegen, in welchen man also den Ort des Bildes ohne großen Fehler setzen kann.

Dies also vorausgesetzt, sey Taf. XI. Fig. 77. SV der Durchschnitt eines Hohlspiegels mit der Ebne, in welcher die Reflexion geschieht; C der Mittelpunkt des Spiegels, F der Brennpunkt. Zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel befinde sich der Gegenstand AB; die Perpendikel aus seinen Endpunkten auf die Spiegelfläche sind die durch den Mittelpunkt C gehenden Linien CAI, CBM. Die aus A auf den Spiegel fallenden divergirenden Stralen AR, AG werden nach der Zurückwerfung weniger divergiren, gerade als ob sie aus einem entlegenern Punkte des Perpendikels I herkämen. So wird dem Auge O, das diese Stralen auffaßt, das Bild von A ohngefähr um I zu liegen scheinen; und eben so wird das Bild von B hinter dem Spiegel in M auf der Verlängerung von CB liegen. Der Gegenstand erscheint also **hinter dem Spiegel** in IM **aufrecht** und **vergrößert.** Je näher AB an den Brennpunkt rückt, desto weniger divergiren die reflectirten Stralen, desto weiter fallen also die Vereinigungspunkte I und M hinaus, und desto stärker wird die Vergrößerung.

Rückt AB in den Brennraum F selbst, so gehen die aus A einfallenden Stralen nach der Reflexion parallel mit einander selbst, und mit dem Perpendikel CA. Es giebt also in diesem Falle keinen Durchschnittspunkt mehr; und die zurückgeworfenen Stralen bilden nicht Kegel, sondern Cylinder, die keine Spitze haben; es kan also kein Bild von A erscheinen. Eben dies gilt von B, und von den übrigen Punkten des Gegenstandes, der also, wenn er im Brennraume steht, im Spiegel **gar nicht** gesehen werden kan.

Liegt der Gegenstand über den Brennpunkt F hinaus, wie AB (Taf. XI. Fig. 78.), so werden die Stralen AR, AG nach der Zurückwerfung **convergent,** kreuzen sich in einem Punkte I des Perpendikels ACV, und kommen in

dem Falle, den die Figur darstellt, erst nach dem Durchkreuzen ins Auge, daher das Bild von A in I erscheinen sollte. Eben so müßte B sein Bild in M haben, und also das Bild IM **umgekehrt** vor dem Spiegel in der Luft zu schweben scheinen. Man nennt es daher ein **Luftbild**.

Es sind hierbey drey Fälle zu unterscheiden. 1) Wenn, wie bey Fig. 79., der Gegenstand AB zwischen F und C, dem Brennpunkte und Mittelpunkte des Spiegels liegt, so ist der Perpendikel durch A die Linie SACI, der Stral AR wird nach I zurückgeworfen, schneidet daselbst den Perpendikel, und stellt A in I, mithin das umgekehrte Luftbild IM noch **vor dem Gegenstande** AB selbst, und **größer**, als diesen, vor. 2) Wenn der Gegenstand im Mittelpunkte des Spiegels selbst, oder in C liegt, wie Ca, Fig. 79. Alsdann bekömmt der durch a gehende Perpendikel auf den Spiegel die Lage Ca selbst, und das Bild von a fällt in b, wo der reflectirte Stral Rb die Verlängerung von aC schneidet. Weil hier Cb = Ca, so ist in diesem Falle das Luftbild eben so groß, als der Gegenstand, und sollte denselben zu berühren scheinen. 3) Wenn der Gegenstand über den Mittelpunkt C hinaus liegt, wie Fig. 78., so schwebt das Luftbild **näher** vor dem Spiegel, und ist **kleiner**, als der Gegenstand.

Mit diesen Sätzen stimmt die Erfahrung zwar in Absicht auf die umgekehrte Lage und die Größe der Bilder völlig überein; was aber die scheinbaren Stellen der Luftbilder betrifft, so findet man zwischen den erwähnten drey Fällen wenig Unterschied, die Bilder scheinen einmal wie das anderemal gleichsam auf dem Spiegel selbst zu schweben, und man sieht sie sogar, wenn das Auge die Punkte I und M hinter sich hat. Dies ist allerdings ein wichtiger Einwurf gegen die Theorie, dessen Stärke **Barrow** selbst gefühlt hat. Bey dem Worte: **Bild** habe ich angeführt, wie man diese Schwierigkeit zu heben gesucht habe. Der Anblick der Luftbilder ist für uns eine neue und ungewöhnliche Art des Sehens, wobey wir das Bild auf den Spiegel selbst setzen, weil wir zwischen beyden nichts sehen, was uns einen Begriff von Abstand oder Entfernung geben könnte. So

löset sich die Schwierigkeit in einen Gesichtsbetrug oder vielmehr in ein Sehen und Urtheilen nach unbestimmten Regeln auf, und wenn der Ort des eigentlichen Bildes erst hinter dem Auge liegt, und wir also von den Punkten des Gegenstandes convergirende Stralen erhalten, so wird das Bild jederzeit sehr undeutlich seyn, und wir werden, wenn wir es genau betrachten wollen, eine schmerzhafte Anstrengung des Auges fühlen. Dennoch bleibt an dem gemachten Einwurfe soviel wahr, daß die scheinbare Stelle gesehener Punkte nicht von dem Scheitel des Kegels der Gesichtsstralen allein, sondern von mehrern Umständen abhängt, s. Entfernung, scheinbare.

Johann Georg Brengger, ein Arzt in Kaufbeuern, äußert in einem Briefe an **Keplern** vom 22. Dec. 1604. (Epistolae ad Keplerum scriptae ed. a *Mich. Gottl. Hanschio*, Lipſ. 1718. fol. Ep. CLI p. 223.) den Gedanken, der Ort des Bildes liege in dem Perpendikel aus dem leuchtenden Punkte auf die Ebne, welche die Spiegelfläche im Zurückstrahlungspunkte berühret, eine Bestimmung, welcher auch **d'Alembert** (Opuscules mathem. To. I. p. 275.) vor der alten gewöhnlichen den Vorzug giebt. **Kepler** aber (Ep. CLII.) antwortet darauf sehr gut, es komme nicht auf eine, sondern auf mehrere Repercussionen, nemlich auf die Vereinigungspunkte mehrerer zurückgeworfenen Stralen an. **D'Alembert** beschließt seine Untersuchungen auch damit, daß es gar keinen allgemeinen Grundsatz über den scheinbaren Ort der Bilder gebe.

Man kan das Schweben der Bilder in der Luft deutlicher bemerken, wenn man etwas zwischen den Ort des Bildes und den Spiegel bringt, und bewegt, wodurch die Empfindung eines Abstands vom Spiegel lebhafter gemacht wird. Ficht man z. B. mit einem Degen gegen den Hohlspiegel, so scheint das Bild des Degens aus dem Spiegel hervorzukommen und dagegen zu fechten; bewegt man die Hand gegen den Spiegel, so scheint aus demselben eine andere Hand zu kommen, und sich in jene zu legen u. s. w.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math., 1ste Abth. Dritte Aufl. Katoptrik, § 32. u. f.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 7. u. f.

Holländisches Fernrohr, s. Fernrohr.

Homogen, Gleichartig, Homogeneum, Similare, *Homogene, Similaire.* Was von einerley Art und Beschaffenheit ist. Besteht ein Körper aus lauter Theilen, die mit dem Ganzen selbst von einerley Art sind (partes similares), so pflegt man auch wohl den Körper selbst einen **homogenen** zu nennen. Solche Körper sind das reine Wasser, die reinen Metalle, die einfachen Farbenstralen (wenn man anders das Licht für eine materielle Substanz annimmt), u. s. w. Die Theile solcher Körper haben einerley Dichte, Farbe, Härte, und überhaupt einerley Eigenschaften mit dem Ganzen. Dem Homogenen setzt man das Heterogene entgegen, s. **Heterogen.**

Horizont, Gesichtskreis, Horizon, Circulus finitor, *Horizon.* Ueberall auf der Erdfläche, wo nicht hohe Gegenstände die freye Aussicht hindern, sieht es aus, als ob sich das Auge in einer kreisförmigen Ebne befände, auf der der Himmel, wie ein hohles Gewölbe, ringsherum aufliegt. Diese Ebne selbst, und auch ihr Umkreis, heissen der **scheinbare Horizont** (Horizon apparens); die Ebne selbst berührt die kugelförmige Erdfläche an dem Orte, wo das Auge steht, und wird also Taf. VIII. Fig. 2. durch hr vorgestellt. Das Auge o nemlich kan, weil die Erde undurchsichtig ist, vom Himmel nicht mehr übersehen, als was über hr liegt.

Eine Ebne HCR, mit dieser berührenden parallel durch C, der Erde Mittelpunkt, geführt, heißt der **wahre Horizont** (Horizon verus). Eben diesen Namen führt auch ihr Umkreis, der ein größter Kreis der Sphäre ist. Beyde Horizonte stehen von einander um den Bogen Hh, oder um das Maaß des Winkels HCh ab, welcher den Namen der **Horizontalparallaxe** führt, und desto kleiner wird, je kleiner man die Erdkugel in Vergleichung

mit der Himmelskugel annimmt. Da sich nun in Absicht auf die Fixsterne nicht die mindeste Spur einer Horizontalparallaxe, selbst durch die genauesten Beobachtungen, entdecken läßt, so muß in Vergleichung mit der Kugel der Fixsterne die ganze Erde für unendlich klein angenommen werden, daß also o und C in einen Punkt zusammenfallen, und zwischen wahrem und scheinbarem Horizont kein Unterschied mehr zu machen ist, s. **Erdkugel**, unter dem Abschnitte: **Horizont, Aequator** ꝛc. Bey Betrachtung des Mondes, der Sonne und der Planeten aber bleibt dieser Unterschied, und eben durch ihn werden die Entfernungen dieser Körper von uns gemessen, s. **Parallaxe**.

Der Horizont ist unstreitig der erste Kreis, den man am Himmel kennen lernte; Aufgang, Untergang und Höhe der Gestirne sind Begriffe, die sich auf ihn beziehen. Daher hat auch die Astrologie, deren Ursprung uralt ist, ihre meisten Bestimmungen auf die Stellung der Gestirne gegen den Horizont gegründet. Sein griechischer Name (von ὁρίζω, finio) heißt so viel als begrenzender Kreis.

Die Erfahrung lehrt, daß an allen Orten der Erdfläche die Richtung der Schwere oder des Bleywurfs mit der Ebne des Horizonts rechte Winkel macht. Die verlängerte Richtung der Schwere also, oder die **Scheitellinie** ZoCN ist die Axe, und die Punkte Z und N, oder das Zenith und Nadir sind die Pole des Horizonts, und stehen überall um 90° von ihm ab. Alle durch das Zenith gehende größte Kreise (Scheitelkreise oder Verticalcirkel) stehen auf ihm senkrecht; und alle größte Kreise der Sphäre (Aequator, Ekliptik, Mittagskreis u. s. w.) schneiden sich mit ihm unter gleichen Helften. Er theilt die ganze Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die **obere** oder **sichtbare**, und die **untere** oder **unsichtbare Halbkugel**.

Seine beyden Durchschnittspunkte mit dem Meridian H und R, heißen der **Mittags-** und **Mitternachtspunkt**. Der letztere liegt auf der Seite des bey uns sichtbaren Nordpols P; jener diesem gegen über. Die Durchschnitte des Horizonts mit dem Aequator bestimmen den **Morgen-** und **Abendpunkt**, so daß ein gegen Mittag

zekehrter Zuschauer jenen zur Linken, diesen zur Rechten hat. Diese vier Punkte theilen den Horizont in vier gleiche Theile oder Quadranten, s. **Hauptgegenden**; wird jeder Quadrant noch dreymal halbirt, so entsteht daraus die bey den Schiffern gewöhnliche Eintheilung des Horizonts in 32 Winde oder Weltgegenden, s. **Weltgegenden, Windrose**.

Die Markscheider theilen den Horizont, um das Streichen der Gänge zu bestimmen, in 24 Stunden, s. **Gänge.**

In der Sternkunde wird der Horizont, wie jeder Kreis, in 360 Grade getheilt, die man gewöhnlich vom Mittagspunkte aus auf beyden Seiten fortzählt, so daß man im Mitternachtspunkte mit 180° von beyden Seiten her zusammentrift. Nach solchen Graden und ihren Theilen werden die Azimuthe der Gestirne angegeben, s. **Azimuth.** Bisweilen aber, vorzüglich für Sterne, die eben auf- oder untergehen, fängt man auch vom Morgen- oder Abendpunkte zu zählen an, und bestimmt in solchen Graden die Morgen- und Abendweiten, s. **Morgenweite, Abendweite.**

Horizontal, Wagrecht, Wassergleich, Horizontale, ad libellam compositum, *Horizontal.* Eine Ebne oder Linie heißt horizontal, wenn sie mit dem scheinbaren und wahren Horizonte des Orts parallel läuft. Die Richtung der Schwere oder des Bleyloths macht alsdann rechte Winkel mit ihr. Man nennt die Werkzeuge, wodurch sich horizontale Linien angeben lassen, **Wagen**, z. B. Bleywagen, Schrotwagen, Wasserwagen *c. vermuthlich, weil der Balken einer gewöhnlichen Wage im Gleichgewichte einen horizontalen Stand hat. Daher kömmt der Name **wagrecht**, so wie die Benennung **wassergleich** davon hergenommen ist, daß die Oberfläche des stillstehenden Wassers und aller flüßigen Körper von selbst eine horizontale Ebne bildet, s. **Flüßig.**

Eigentlich ist die Fläche, die wir auf der Erde übersehen, ein Stück der kugelförmigen Erdfläche, und weicht vom scheinbaren Horizonte, der als eine Ebne betrachtet wird, in größern Distanzen so ab, wie ein Kreisbogen von

seiner Tangente. Man ist daher genöthigt, bey weiten Verlängerungen horizontaler Ebnen und Linien auf die Krümmung der Erdfläche Rücksicht zu nehmen, s. **Waßerwägen**; bey geringern Distanzen ist dies nicht nöthig.

Horizontalebne, s. **Horizontal.**

Horizontallinie, s. **Horizontal.**

Horizontalparallaxe, s. **Parallaxe.**

Horizontalwage, s. **Wasserwägen.**

Horopter, Horopter, *Horopter*, *Lieu du concours des deux axes optiques.* Wenn wir einen Punkt C Taf. XI. Fig. 80. deutlich sehen wollen, so richten wir beyde Augenaxen AC und BC darauf, die also im Punkte C zusammenstoßen. Eine Ebne durch C, lothrecht auf das Dreyeck ABC, geführt, heißt alsdann der **Horopter.**

Es ist leicht zu übersehen, daß die beyden Bilder von C und überhaupt die Bilder eines jeden im Horopter liegenden Punktes, auf **übereinstimmende Punkte** der Netzhaut in beyden Augen fallen. Man stelle sich z. B. diese Netzhäute unter den Linien de, de vor, so fällt das Bild von C in beyden Augen auf die Mitte der Netzhaut in c. Liegen aber zugleich andere Gegenstände, wie D und E außer dem Horopter, so fallen ihre Bilder d und e in beyden Augen auf verschiedene Seiten von c, also auf nicht übereinstimmende Punkte der Netzhäute, wie die Figur sehr deutlich zeigt, indem z. B. d im rechten Auge rechts, im linken links, von der Mitte c abliegt.

Nun lehrt die allgemeine Erfahrung, daß wir eine Sache nur einmal sehen, wenn ihr Bild in beyden Augen auf übereinstimmende oder zusammengehörige Punkte fällt, s. **Sehen.** Die Ursache mag wohl darinn liegen, daß wir auf diese Art über das Gesehene zu urtheilen gewöhnt worden sind, weil uns das Gefühl belehrt hat, daß bey dem ordentlichen Gebrauche unserer Augen die so gesehene Sache nur einzeln vorhanden sey. Das Auge stellt uns also ein **einfaches** Gemälde aller im Horopter liegenden Gegenstände dar, welches auf beyden Netzhäuten gleichförmig abgebildet ist. Da nun die Bilder der in D und E liegenden

Dinge auf nicht zusammengehörige Punkte der Netzhäute, also auf zwo verschiedene Stellen des Gemäldes fallen, so ist es eine nothwendige Folge, daß wir alles, was außer dem Horopter liegt, **doppelt** sehen.

Die Gewohnheit, die Gesichtsaxen zu richten, ist so stark, daß es uns sehr schwer fällt, dieses nicht zu thun, und wenn ein Auge geschlossen ist, so kan man mit dem aufs Augenlied gelegten Finger fühlen, daß es allemal den Bewegungen des ofnen folgt. Werden aber durch vorsätzliches Schielen, oder durch Verdrückung des einen Auges mit dem Finger, die Gesichtsaxen nach verschiedenen Punkten gerichtet, so ist gar kein Horopter vorhanden und es erscheinen alle Sachen doppelt.

Sind die Gesichtsaxen natürlich nach einem Punkte C gerichtet, so erscheinen Gegenstände wie D und E mit doppelten, und zugleich undeutlichen Bildern. Eben dieser Undeutlichkeit wegen, und weil wir immer nur auf das, was eigentlich betrachtet wird, Achtung geben, bemerken wir diese doppelte Erscheinung nur, wenn der Eindruck der Gegenstände D, E lebhaft ist, oder sonst durch irgend einen Umstand die Aufmerksamkeit erregt. Betrachten wir des Abends etwas nahe vor dem Auge, so erscheinen die Lichtflammen doppelt; sehen wir in die Ferne, so stellt sich von dem jähling gegen das Auge geführten Finger ein doppeltes Bild dar. Hält man ein langes Lineal gerade vor sich zwischen die Augenbraunen, so daß seine beyden Flächen nach beyden Augen zugekehrt sind, und richtet alsdann die Augen auf eine entlegne Sache, so erscheint die rechte Seite des Lineals dem rechten Auge zur linken, und die linke Seite dem linken Auge zur rechten.

Smith Vollst Lehrbegrif der Optik, durch Kästner. I. Buch, 5 Cap. §. 137. S. 43. u. f.

Hundstage, Dies caniculares. *Jours caniculaires.* Diesen Namen führen die Tage vom 24. Julii bis zum 24. August. Es ist dies ohngefähr die Zeit, während der die Sonne in der Nähe des Hundssterns oder Sirius steht, und diesen glänzenden Stern durch ihre Stralen unsern Au-

gen entzieht. Man s. die Worte: **Aufgang**, **Untergang**. Die Alten glaubten, die große Hitze in den Hundstagen komme von der Vereinigung der Stralen der Sonne und des Sirius her.

Hydraulik, Hydraulica, *Hydraulique*. Die Lehre von der Bewegung flüßiger Materien, und insbesondere des Wassers. Die Gesetze der Bewegung sind bey den flüßigen Körpern weit schwerer, als bey den festen, zu entdecken, weil die Theile flüßiger Körper sich bey der Bewegung trennen, und verschiedene Geschwindigkeiten erlangen, daher die Bewegung an jeder Stelle besonders betrachtet werden muß. Hiezu sind Anwendungen der höhern Mathematik nothwendig, deren Kenntniß nicht bey Jedem vorausgesetzt werden kan. Man hat also um derer willen, die diese Kenntnisse entbehren, und doch etwas von den praktischen Mitteln, Wasser in Bewegung zu setzen, wissen wollen, die **gemeine Hydraulik** von der **höhern** oder der **Hydrodynamik** unterschieden. In der gemeinen Hydraulik begnügt man sich, Werkzeuge zu beschreiben, womit das Wasser theils zum wirklichen Nutzen in der Oekonomie, dem Bergbaue, verschiedenen Künsten u. s. w., theils auch zum Vergnügen, gehoben und bewegt werden kan. Man ist aber ohne Beyhülfe der höhern Mathematik nicht einmal im Stande, die Wirkungen dieser Werkzeuge gehörig zu berechnen; ein gründliches Studium der Hydraulik muß daher stets mit Anwendungen der höhern Mathematik oder mit Hydrodynamik begleitet werden.

Die Hydraulik ist ferner von der **Hydrotechnik** oder **Wasserbaukunst** unterschieden, welche letztere eigentlich einen Theil der Baukunst ausmacht, und von der Lenkung und Schiffbarmachung der Ströme, Anlegung der Häfen, den Wasserleitungen, Deich- und Schleussenbau, Brückenbau u. s. w. handelt.

Bey den Alten waren schon verschiedene noch jetzt gebräuchliche Maschinen zu Erhebung des Wassers bekannt. **Vitruv** (De architectura L. X. c. 12.) eignet die Erfindung der Wasserschraube dem **Archimedes**, und die des Druck-

werks mit doppeltem Stiefel, s. **Druckwerk**, dem Ctesibius von Alexandrien zu. **Heron** zu Alexandrien, des Ctesibius Schüler, hat in einem besondern Buche (πνευματικῶν s. Spiritalium liber ed. a Commandino, Paris. 1575. 4.) eine Menge hydraulischer Maschinen und besonders artiger Springbrunnen gesammelt, und aus der Vermeidung des leeren Raumes erklärt. Sie beruhen meistens auf dem Drucke und den übrigen Eigenschaften der Luft, s. **Heber, Springbrunnen.**

Der **P. Schott** (Mechanica hydraulico-pneumatica, Herbip. 1657. 4.) und **Böckler** (Architectura curiosa, oder Bau- und Wasserkunst, Nürnberg, 1704. fol.) beschreiben eine große Anzahl Erfindungen von Springbrunnen und andern Wassermaschinen, jedoch ohne davon eine gründliche Theorie zu liefern. Die beste praktische Sammlung der meisten Wassermaschinen ist die von **Leupold** (Theatrum machinarum hydraulicarum, Tomi II. Leipzig, 1724 und 1725. fol.), deren Verfasser sich zwar, soviel bey ihm stand, guter Gründe beflissen, dennoch aber seine Theorie viel zu mangelhaft gelassen hat, so schätzbar übrigens sein Unterricht in Absicht des Praktischen ist.

Die Theorie der hydraulischen Maschinen hat zuerst **Mariotte** (Traité du mouvement des eaux. Paris, 1686. 8. **Mariotte's** Grundlehren der Hydrostatik und Hydraulik, a. d. Frz. von **D. Meinig**, Leipzig, 1723. 8.) zu verbessern angefangen. Nachdem sie schon durch mehrere hydrodynamische Untersuchungen und Erfindungen bereichert war, erschien das schätzbare Werk des **Belidor** (Architecture hydraulique, Paris, 1737. IV. Vol. gr. 4. Architectura hydraulica, von **Belidor**, mit **Wolfs** Vorrede, Augsburg, 1740—1769. 4 Bände. gr. Fol.), wo man Theorie und Praxis sehr glücklich vereiniget findet. Dieses Buch begreift außer der eigentlichen Hydraulik auch die Mühlen und andere Maschinen, welche durch Wasser bewegt werden und die Wasserbaukunst. Die neusten Erweiterungen der Hydrodynamik haben noch einzelne Anwendungen auf besondere Gattungen hydraulischer Maschinen veranlasset, welche an den gehörigen Orten ange-

führt werden, s. **Druckwerk**, **Pumpen**, **Wasserschraube**, **Springbrunnen**. Eine kurze Uebersicht dessen, was zur Hydraulik gehört, mit einem Verzeichnisse der vornehmsten Schriften findet man beym **Eberhard** (Neue Beyträge zur Mathesi applicata, Halle, 1773. 8.).

Hydrodynamik, Hydrodynamica, *Hydrodynamique*. Die Lehre von den Kräften und Bewegungen flüssiger Körper im Allgemeinen betrachtet. Es läßt sich hiebey, ohne Algebra, höhere Geometrie und Analysis des Unendlichen, nichts Gründliches und Vollkommnes finden; dennoch wünscht man die Lehren von den Maschinen zur Bewegung des Wassers ihrer Wichtigkeit wegen auch denen vorzutragen, die ihre Erfindung oder genauere Berechnung zu verstehen nicht im Stande sind. Dies hat die Absonderung der Hydrodynamik von der gemeinen Hydraulik (s. den vorhergehenden Artikel) veranlasset, wobey alles, was Lehren der höhern Mathematik voraussetzt, zur **Hydrodynamik** gerechnet wird, eben so, wie man bey der Betrachtung der Bewegungen fester Körper die gemeine Mechanik von der höhern oder der **Dynamik** unterscheidet.

Die ersten Gründe zur Hydrodynamik sind in Italien von den Schülern des **Galilei** um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gelegt worden. **Castelli**, ein Benedictiner vom Monte Casino, (Della misura dell' acque correnti, Rom. 1640. und in der Nuova raccolta d' autori che trattano del moto dell' acque. Parma 1766. VI. To. 4.) untersuchte zuerst das Gesetz der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus engen Oefnungen der Gefäße läuft, und glaubte durch Erfahrungen zu finden, die Geschwindigkeit verhalte sich, wie die Wasserhöhe. **Torricelli** aber (Del moto dei gravi, Firenz. 1644. 4.) und **Baliani** (De motu naturali gravium, Genuae, 1646. 4.) behaupteten dagegen mit mehrerem Rechte, daß sich die Geschwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln der Wasserhöhen, verhielten. **Mariotte** (Du mouvement des eaux. Paris, 1686. 8.) bestätigte nachher Torricellis Lehre durch Erfahrungen. Hieher gehören auch die Schriften des **Johann Ceva**

Geometria motus, Bonon. 1692. 4.). **Domenico Guilielmini** (Mensura aquarum fluentium, Bonon. 1690. . ingl. De natura fluminum in *Guilielmini* Opp. Genev. 719. 4.) und **Poleni** (De castellis, Flor. 1718. und italiänisch unter dem Titel: Delle Pescaje, in der Nuova raccolta Vol. III.). **Newton** (Princip. L. II. Prop. 36. sq.), **Hermann** (Phoronomia, s. de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum libri II. Amstel. 1716. 4.) nd **Varignon** (Mém. de l'acad. des sc. de Paris. 1699. t 1703.) trieben diese theoretischen Untersuchungen noch weiter, schränkten sich aber doch größtentheils auf die Lehre om Auslauf des Wassers aus Gefäßen, ingleichen von er Bewegung der Wellen und der Wasserwirbel ein.

Die ersten, welche die Gesetze der Bewegung des Wassers, und besonders der Beschleunigung desselben mit Hülfe er Integralrechnung vollständiger entwickelten, waren die eyden **Bernoulli**. **Johann Bernoulli**, der Vater (Hyraulica nunc primum detecta ac demonstrata directe x fundamentis pure mechanicis, anno 1732. in Opp. To. IV.) gründete sich auf die überzeugenden Sätze der llgemeinen Mechanik; **Daniel Bernoulli**, der Sohn (Hyrodynamica s. de viribus et motibus fluidorum commentarii, Argentor. 1738. 4.) gieng von dem Grundsatze er Erhaltung lebendiger Kräfte aus, s. **Kraft, lebendige**. Des letztern Arbeit ist wegen der mannigfaltigen Untersuchungen und Anwendungen ungemein lehrreich.

Nächstdem hat **Euler** in verschiedenen akademischen bhandlungen (Mém. de Berlin, 1750, 1751, 1752, 1754. ov. Comment. Petropol. To. VI., und vorzüglich Principes generaux du mouvement des Fluides, Mém. de erlin, 1755. p. 274. sq.) der Methode des ältern Bernoulli mehr Allgemeinheit zu geben gesucht, auch von derselben einige praktische Anwendungen gemacht. Herr **von Segner**, (Exercitationum hydraulicarum fasciculus, otting. 1747. 4.) fieng an, was die beyden Bernoullis nalytisch entdeckt hatten, in einem kurzen synthetischen ortrage zu lehren. **D'Alembert** (Traité de l'équilibre du mouvement des fluides pour servir de suite au traité

de dynamique. à Paris, 1744. 4.) hat Johann Bernoullis Gründe streng getadelt, und dagegen seine Fundamentalgleichungen aus einer leichten ihm eignen analytischen Formel hergeleitet, auf die er auch schon die Dynamik der festen Körper gebaut hatte, ohne jedoch diese Formel umständlich zu erläutern und überzeugend zu rechtfertigen. Auch bleibt er blos bey allgemeinen theoretischen Untersuchungen stehen.

Herr **Kästner** (Anfangsgründe der Hydrodynamik, der mathematischen Anfangsgr. IV. Theil, 2te Abth. Göttingen, 1769. 8.) giebt von den ältern Schriftstellern sehr vollständige Nachrichten, und trägt die Theorie nach Johann Bernoulli mit Vergleichung der eulerischen Methoden vor. **Karsten** (Lehrbegriff der gesammten Mathem. 5ter Theil, Greifsw. 1770. 8. 6ter Th. 1771. 8.) hat die Hydraulik sehr ausführlich und mit häufigen praktischen Anwendungen, vorzüglich nach Euler erklärt, zugleich aber auch auf die Methoden der beyden Bernoulli Rücksicht genommen.

Hydrographie, Hydrographia, *Hydrographie*. Derjenige Theil der mathematischen Geographie, welcher von der Kenntniß, und Beschiffung des Meeres handelt. Man rechnet dahin die Lehren vom Compaß, Bestimmung der Länge und Breite zur See, den Seekarten, der Loxodromie und Erfindung des Weges zur See, welches letztere auch besonders mit dem Namen der **Schiffahrt** (*Navigation*) belegt wird.

Im vorigen Jahrhunderte trug der Jesuit **Fournier**, (Hydrographie, Paris, 1653. fol.) alles, was hievon zu seiner Zeit bekannt war, zusammen, und eine ähnliche Sammlung verband **Riccioli** mit seinem geographischen Werke (Geographia et Hydrographia reformata. Venet. 1662. fol.). Die Theorie der Seekarten mit wachsenden Breiten, dergleichen schon vorher **Gerhard Mercator** verfertigt hatte, zeigte **Eduard Wright** (Certain errors in Navigation detected and corrected, the 2d edit. Lond. 1657.). Alle diese Lehren aber sind

seitdem durch mehrere Untersuchungen und Beobachtungen, Anwendung der höhern Mathematik, Erfindung bequemer Werkzeuge u. dgl. zu einer weit größern Vollkommenheit gebracht worden. Man s. die Worte: **Compaß, Abweichung der Magnetnadel, Neigung der Magnetnadel, Länge, geographische, Loxodromie.** Die vorzüglichsten neuern Schriften über die Schiffahrt in diesem verbesserten Zustande sind von **Bouguer**, (Nouveau Traité de Navigation, Paris, 1755, 1760, 1769. 4.) **Leveque** (Guide du Navigateur où Traité de la prâtique des obſervations et des calculs neceſſaires au Navigateur. Paris, 1778. 4.) und **Röhl** (Anleitung zur Steuermannskunst, Greifsw. 1778. 8.); auch hat Herr **Bode** (Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, und der damit verwandten Wissenschaften, Berlin, 1778. 2. Theil) etwas davon in einer lehrreichen Kürze mitgetheilet.

Hydrologie, Hydrologia, *Hydrologie*. Unter diesem Namen haben **Wallerius** (Hydrologie, eller Watturiket, Stockholm, 1748. 8. Hydrologie oder Wasserreich, übers. von **Denso**. Berlin, 1751. 8.), **Cartheuser** (Rudimenta hydrologiae ſyſtematicae, Frf. ad Viadr. 1758. 8.) u. **Monnet** (Nouvelle hydrologie. à Londres, 1772. 8.) systematische Verzeichnisse der verschiedenen auf der Erdfläche anzutreffenden Wässer, welche mehr oder weniger mit allerhand fremden Stoffen imprägnirt sind, herausgegeben. Die Beschreibung und Classifikation derselben macht einen eignen Theil der Naturgeschichte aus.

Hydrostatik, Hydroſtatica, *Hydroſtatique*. Die Lehre vom Gleichgewichte flüßiger Materien unter einander selbst und mit festen Körpern. Obgleich der Name eigentlich nur Statik des Wassers bedeutet, so werden doch hier unter Wasser alle flüßige Materien verstanden. Man theilt die Hydrostatik gewöhnlich in zween Hauptabschnitte, deren erster von dem Drucke der flüßigen Materien überhaupt und ihrem Gleichgewichte unter sich (s. die Artikel: **Druck, Röhren, communicirende**), der zweyte von ihrem Gleichgewichte mit eingesenkten festen Körpern, (s. **Gleich-**

gewicht, Schwimmen,) handelt. Auch werden die Anwendungen, die man hievon zu Entdeckung der eigenthümlichen Schweren der Körper macht (s. Schwere, specifische) mit zur Hydrostatik gerechnet.

Der erste Erfinder hydrostatischer Sätze, welche das Gleichgewicht flüßiger Körper mit festen betreffen, war **Archimed**, von dem uns noch zwey Bücher von schwimmenden Körpern (Περὶ τῶν ὀχουμένων βιβλ. β. De insidentibus humido Libri II. in Opp. Archimedis per *David. Rivaltum*. Paris, 1615. Fol.) übrig sind. **Vitruv**, (De architectura L. XI. c. 3.) schreibt ihm auch die Erfindung der Methode zu, den Gehalt eines aus Gold und Silber gemischten Körpers durch Einsenkung in Wasser zu erfahren, welches wohl richtig seyn kan, wenn auch die dabey befindliche Erzählung von der goldnen Krone des Königs Hiero, und von Archimeds Freude über die im Bade gemachte Entdeckung, nicht in allen Umständen glaubwürdig seyn sollte. Mit den Sätzen des **Archimedes** hat man sich bis zum vorigen Jahrhunderte befriediget, in welchem **Marino Gheraldi** (Archimedes promotus, Romae 1603.) und **Galilei** (Discorso intorno alle cose, che stanno su l'acqua o che in quella si muovono, Opere di *Galileo Galilei*, Firenze, 1718. 4. maj. To. I. p. 221.) noch einiges hinzusetzten.

Der erste Abschnitt dieser Wissenschaft aber, oder die Lehre vom Druck und Gleichgewicht der flüßigen Materie unter sich, ist erst in der letztern Helfte des vorigen Jahrhunderts von **Boyle** (Paradoxa hydrostatica, in dessen Opp. var. Genev. 1680. 4. ingl. Medicina hydrostatica. Genev. 1698. 4.) und **Mariotte** (Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides, à Paris, 1668. 8.) bearbeitet worden. Das Auffallende in dem Satze, daß flüßige Körper nicht im Verhältnisse ihrer Masse, sondern ihrer Höhe und Grundfläche drücken, daher ein Pfund Wasser mehreren Centnern das Gleichgewicht halten kan, (s. **Druck, Heber, anatomischer**) veranlassete **Boyle**'n seiner Schrift den Titel hydrostatischer Paradoxen zu geben; und in der Medicina hydrostatica hat er den Umlauf des Geblüts

und der Säfte im menschlichen Körper nach hydrostatischen
und hydraulischen Grundsätzen behandelt, und dadurch die
Aerzte zu vielen blos mechanischen Erklärungen der physio-
logischen Phänomene veranlasset.

Den Lehrsatz vom Gleichgewichte flüßiger Materien
in communicirenden Röhren, hat **Daniel Bernoulli**
(Hydrodynam. Sect. II. § 1. sqq.) schärfer, als vor ihm
geschehen war, erwiesen. Er sucht dabey auch den Grund-
satz, daß die Oberfläche jedes stillstehenden Wassers wag-
recht seyn müsse, zu beweisen, wogegen aber **d'Alembert**
(Traité des fluides, art. 13.) sehr gegründete Erinnerungen
gemacht, und dadurch die neuern Lehrer der Hydrostatik
bewogen hat, diesen Satz lieber als eine Erfahrung anzu-
nehmen.

Uebrigens findet man Einleitungen in die Hydrostatik
in allen Lehrbüchern der angewandten Mathematik, vor-
züglich beym **Kästner** (Anfangsgr. der angew. Math.,
der mathemat. Anfangsgr. II. Th. 1. Abtheil. dritte Aufl.
Göttingen, 1780. 8. S. 111. u. f.) und **Karsten** (Lehrbe-
griff der gesammten Mathematik, dritter Theil, Greifsw.
1769. 8.).

Hydroskop, s. **Aräometer**.

Hyetometer, s. **Regenmaaß**.

**Hygrometer, Notiometer, Hygroskop, Feuch-
tigkeitsmaaß**, Hygrometrum, Notiometrum, Hygro-
scopium, *Hygromètre*, *Notiomètre*, *Hygroscope*. Ein
Werkzeug, aus dessen Zustande man beurtheilen kan, ob
mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Luft gegenwärtig ist,
oder eigentlich, in welchem Grade die Luft geneigt ist,
den Körpern Feuchtigkeit mitzutheilen. Dieses Werkzeug
ist sehr lange Zeit höchst unvollkommen geblieben; erst seit
wenig Jahren haben es die Naturforscher zwar ansehnlich
verbessert, aber bey weitem noch nicht zur Vollkommenheit
gebracht. Der griechische Name bedeutet ein Maaß der
Feuchtigkeit: wer genau unterscheidet, nennt diejenigen,
die nur ohngefähr anzeigen, ob die Luft feuchter oder trock-
ner sey, **Hygroskope**.

Die in der Luft befindliche Feuchtigkeit zieht sich in

mancherley Körper, z. B. Stricke, Saiten, Papier, Pergamen, Holz, Elfenbein, Haar, Fischbein u. s. w. und bewirkt in denselben entweder eine Ausdehnung, oder ein Aufquellen in der Breite, wodurch sich der Körper nach der Richtung der Länge seiner Fibern verkürzt. Hanfene Stricke und Darmsaiten winden sich im Feuchten mehr auf, schwellen nach der Dicke, und werden dadurch kürzer; Tannenholz quellet nach der Richtung, die seine Fibern rechtwinklicht durchschneidet, daher bey feuchtem Wetter die Thüren und Fenster verquellen; Papier und Pergamen dehnen sich nach allen Richtungen aus u. s. f. Diese Wirkungen sahe man als Mittel an, die Größe der Feuchtigkeit zu erkennen, und nach einigen soll der berühmte italiänische Arzt **Morgagni** diesen Gedanken zuerst gehabt haben.

Die ältesten Einrichtungen der Werkzeuge dieser Art werden von **Leupold** (Theatr. Aerostat. Cap. VII. S. 288 u. f.) und **Wolf** (Nützliche Versuche, Th. II. Cap. 7.) beschrieben. Ich will nur wenige davon erwähnen. Man zieht eine lange hänfene Schnur oder einen Bindfaden, wie Taf. XII. Fig. 81. vorstellt, über eine oder etliche Rollen, befestigt sie bey A, und beschweret sie bey B mit einem Gewichte, welches durch die Verkürzung der Schnur bey der Feuchtigkeit aufsteigt, bey trockner Witterung aber sich wieder herabläßt. An dem Gewichte B ist ein Zeiger angebracht, der an der Scale CD das Steigen und Sinken desselben angiebt, welches man mit der bekannten Länge der Schnur vergleichen kan. Oder man hängt, Taf. XII. Fig. 82. an die Saite AB, eine Kugel B, welche dieselbe ausdehnet. Sobald die Saite feucht wird, dreht sie sich auf, und wendet die Kugel mit sich herum, geht aber im Trocknen wieder zurück. Ueber dieses Aufdrehen der Saiten hat **Molyneux** zu Dublin, (Philos. Transact. no. 162. Acta Erud. ann. 1686. p. 389.) Versuche angestellt. Um zu sehen, wie viel sich die Kugel wendet, beschreibt man darauf zween Parallelkreise DE, theilt die Zone dazwischen in Grade, und befestigt am Gestelle bey F den Zeiger FD. Man kan dabey allerley Veränderungen anbringen, z. B. dem Gestelle die Form eines Hauses mit zwo Thüren ge-

ien, wo aus der einen bey feuchtem Wetter eine Puppe nit einem Regenschirme heraustritt u. dgl. Solche Hy= roskopien werden noch jetzt zum Verkauf herum getragen. Ein Papierstreif zwischen zween feststehenden Säulen aus= espannt, und in der Mitte mit einem kleinen Gewichte eschwert, kan nach Dalence (Traité des baromètres, hermom. et hygromètres, Amst. 1688.) ebenfalls zum hygroskop dienen. Der Streif dehnt sich im Feuchten us, die Spannung wird schwächer, das Gewicht sinkt ein venig, und giebt durch seinen Zeiger an einer Scale die Größe des Sinkens an. Das Hygrometer des Hautefeuille Pendule perpetuelle, Paris, 1678. 4.) besteht aus zwo annenen Bretern AEFC und BHGD Taf. XII. Fig. 83. ie in zwo eichenen Leisten CD und AB in Falzen liegen, ey A, C, B, D aber befestiget sind. Wenn sich diese von er Feuchtigkeit ausdehnen, so kommen die Seiten EF und HG näher zusammen; das bey I befestigte bezahnte Blech K treibt also das kleine am andern Brete feste Getriebe L erum, und dreht den daran steckenden Zeiger, der auf der ndern Seite des Brets an einem getheilten Kreise die Grade der Drehung angiebt. Täuber in Zeitz (Act. Erud. ipf. 1687. p. 76. sqq.) hat auf Verbesserung dieses Hy= roskops eine Mühe verwendet, die es nicht verdienet; veil das Tannenholz mit der Zeit ganz austrocknet, und ann keine Feuchtigkeit mehr annimmt.

Der P. Maignan bediente sich nach Dalance's Nach= icht zum Hygroskop der Grannen von wilden Haferkörnern Rauchhafer), welche sich durch die Feuchtigkeit sehr stark rehen. Eine solche Granne schloß er in ein Gehäus ein, essen oberer Umkreis in Grade getheilt war, und bog die Spitze der Granne, wie einen Zeiger, um. Diese Hafer= ranne ist gegen die Feuchtigkeit sehr empfindlich, so lange e frisch ist, sie verliert aber diese Eigenschaft durch das Austrocknen, daher hat sie Sturm (Colleg. curiosum. Norib. 1676. 4.) mit einem kurzen Stücke von einer Darm= aite vertauscht. Um aber diese Saite in einer lothrechten Stellung zu erhalten, schließt er sie in ein Glasröhrchen in, ohne zu bedenken, daß er sie dadurch der Luft entzieht,

deren Feuchtigkeit doch auf sie wirken soll. Der **P. Mersenne** spannte eine Darmsaite in freyer Luft auf einen gewissen Ton, und schloß auf feuchtere Luft, wenn sie einen höhern Ton angab, auf trocknere hingegen, wenn sie sich tiefer herabstimmte.

Eine andere Art von Hygrometern mißt die Feuchtigkeit durch das veränderte Gewicht der Körper, welche sie in sich nehmen. So hängt man Schwämme, die vorher in einer Salmiakauflösung geweicht, und wieder getrocknet worden sind, in freyer Luft an eine Wage, und mißt die Veränderungen ihres Gewichts durch die Grade des Ausschlags oder durch Gegengewichte. Man kan dazu auch Salze und Säuren, z. B. Vitriolöl in einem offnen Glase gebrauchen, wie **Gould** (Philos. Trans. no. 156. Act. Erud. Lips. 1685. p. 315.) zuerst bemerkt hat. Es ist gewiß, daß alle diese die Feuchtigkeit anziehende Körper eine Verwandschaft mit dem Wasser haben, welche mit der Verwandschaft der Luft gegen dasselbe in einem bestimmten Verhältnisse steht; man hatte aber in den damaligen Zeiten weder auf die Größe dieses Verhältnisses, noch auf die Einflüsse der Wärme und Dichte der Luft Achtung gegeben.

Die Mitglieder der florentiner Akademie del Cimento (Tentamina experimentorum natural. captorum in acad. del Cim. edit. *Petr. v. Muschenbroek*, Lugd. Batav. 1731. 4.) wählten einen ganz andern Weg, die Menge des in der Luft enthaltenen Wassers zu messen. Sie setzten ein konisches, mit Schnee oder geschabtem Eis gefülltes, Glas mit unterwärts gekehrter Spitze der freyen Luft aus; die Feuchtigkeit in der Luft schlug sich an der kalten Glasfläche nieder, und die Menge des herabtröpfelnden Wassers zeigte den Grad derselben an. Der Abt **Fontana** (Saggio del real gabinetto di Firenze, p. 19.) nimmt statt dessen eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewicht, erkältet sie auf einen bestimmten Grad, setzt sie so eine bestimmte Zeit lang der Luft aus, und schließt alsdann aus der Vermehrung ihres Gewichts auf die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. **Le Roy** (Mém. de l'acad. de Paris, 1751.) erkältet ein Glas mit Wasser

on gleicher Temperatur mit der Luft durch nach und nach ugegoßnes eiskaltes Wasser, bemerkt den Grad der Kälte, ey welchem das Glas an der äußern Fläche trüb zu werden der zu schwitzen anfängt, und schließt aus der Größe die:es Grads auf die Menge von Feuchtigkeit, welche die Luft ey ihrer eigentlichen Temperatur enthält. Alle diese Meoden aber sind zu Bestimmung der Feuchtigkeit in verhloßnen Gefäßen unbrauchbar, finden auch nicht statt, enn die Temperatur der Luft unter dem Eispunkte ist, und as Schwitzen des Glases kan durch Fettigkeit und andere ufällige Umstände verhindert werden.

Daher sind die neuern Physiker wiederum auf jenen rsten Weg zurück gegangen, wo die Feuchtigkeit durch hre unmittelbaren Wirkungen gemessen wird. **Lambert** Mém. de l'acad. des Sc. de Prusse, 1769 et 1772. Hygrometrie, aus dem Frz. übers. Augsburg, 1774. 8. Fortsetzung 775. 8.) suchte nach sorgfältigen Versuchen über die Grade er Ausdünstung des Wassers das oben erwähnte Sturmische Hygrometer mit einer kurzen lothrecht stehenden Darmsaite dahin zu verbessern, daß der Zeiger desselben ogleich angeben sollte, um wie viel sich die in einem Cuikschuh Luft enthaltene Menge feuchter Dünste geändert abe.

Smeaton (Phil. Transact. 1771. Vol. LXI. P. I. n. 24.) at sich bemüht, das Hygrometer aus hanfenen Schnüren u verbessern, und ihm **feste Punkte** zu geben. Eine 5 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, die man vorer in Salzwasser gesotten, gedehnt, und eine Woche lang urch Gewichte von 1 : 2 Pfund gespannt hat, wird oben an inem Geigenwirbel befestiget, und endigt sich unten an inem messingenen Drathe, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beschwerten Zeigers dreht. Dieser Zeiger st 12 Zoll lang, und weiset auf einen Gradbogen, der eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mäßiges Feuer gestellt, und mit dem Wirbel so aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 steht. Dann wird sie mit warmem Wasser so lang angefeuchtet, bis sie weiter keine Verkürzung be-

durch erleidet; worauf man dann den Gradbogen so weit näher oder weiter abrückt, daß der Zeiger in dieser Lage den Punkt 100 trifft. Es fällt aber in die Augen, daß in dieser Bestimmung der festen Punkte keine hinreichende Gewißheit liegt.

Herr de Lüc fühlte bey seinen mühsamen Untersuchungen über die Luft das Bedürfniß, bessere Maaße der Feuchtigkeit zu haben, sehr lebhaft. Er brachte endlich ein Hygrometer von **Elfenbein** zu Stande, welches sich mit andern ähnlichen vergleichen ließ, und die vorigen, welche höchstens nur **Hygroskope** genannt werden können, weit übertraf. Dieses Werkzeug gab er gleich nach dessen Erfindung dem Capitain **Phipps** auf einer Reise nach dem Nordpole mit, daher sich die erste Nachricht davon schon in der Beschreibung dieser Reise (A voyage towards the north pole etc. London, 1774. gr. 4.) findet. Es ist aber nachher von Herrn **de Lüc** selbst (Philos. Trans. Vol. LXIII. no. 38. ingl. Copie d'un mémoire sur un hygromètre comparable in Rozier Observ. sur la physique, May 1775. p. 381., deutsch in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturg. 1. B. 1. Stück. S. 10. u. f.) beschrieben worden. Es besteht aus einem hohlen elfenbeinernen Cylinder, 2″ 8‴ lang und inwendig 2½‴ weit, welcher nur an einem Ende offen und nur $\frac{1}{16}$ Lin. dick ist. Die obern 2 Lin. der Länge sind etwas dicker, und mit einer 13 = 14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Bey feuchtem Wetter wird der Cylinder geräumiger; Quecksilber also, das in ihm und der Röhre enthalten ist, zeigt durch sein Fallen Feuchtigkeit, durch sein Steigen Trockenheit an. Als den festen Punkt der **vollkommenen Nässe** sieht Herr de Lüc den an, wo das Quecksilber steht, wenn man den Cylinder in schmelzendes Eis setzt. Nun mißt er an einem Quecksilberthermometer den Abstand des Eis- und Siedpunkts, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Quecksilber. Die vierte Proportionalzahl zu diesem Gewichte, dem Gewichte dessen, das zur Füllung des Cylinders nöthig ist, und der Größe des gemessenen Abstands giebt ihm das **Fundamentalintervall** am Hygro-

meter, zu welchem eben die Glasröhre gebraucht wird. Dieses Intervall theilt er in 40 gleiche Grade, und trägt solcher Grade noch mehrere aufwärts, so weit es der Raum verstattet. Oben bleibt die Glasröhre offen, und wird nur durch einen elfenbeinernen Deckel gegen den Staub geschützt. Wenn man nun dabey ein Thermometer gebraucht, bey dem der Raum zwischen Sied- und Eispunkt ebenfalls in 40 Grade getheilt ist, oder wo die Zahl der reaumürischen Scale halbirt wird, so kan man sehen, wie viel von der Aenderung im Stande des Hygrometers der Wärme und wie viel der Feuchtigkeit zuzuschreiben ist. Dieses Werkzeug hat nur **einen** festen Punkt, nemlich den der **völligen** Nässe; den der Trockenheit glaubte Herr de L. nicht ohne Feuer bestimmen zu können, fürchtete aber durch dieses die Natur des Elfenbeins zu verändern. Da das Instrument auch unter der Glocke der Luftpumpe nicht zu gebrauchen ist, und das Elfenbein die Luft nur an einer Seite berührt, so hat er es selbst in der Folge wieder aufgegeben. Dennoch verdient diese Erfindung, als der erste Schritt zu den neuern Verbesserungen der Hygrometrie, bemerkt zu werden. Herr de L. hat auch mit diesem Hygrometer Beobachtungen gemacht, welche entschieden, daß die Luft auf den Bergen stets trockner, als in der Tiefe, sey.

Herr **Tobias Lowitz** (s. Göttingisches Magazin der Wiss. und Litteratur, III. Jahrg. 4tes Stück, Num. 2.), der sich im Jahre 1772. mit seinem Vater zu Dmitriefsk in Astrachan aufhielt, fand daselbst am Ufer der Wolga dünne blaulichte Schiefersteine, welche die Feuchtigkeit ungemein stark anzogen, aber eben so leicht auch wieder verdünsten ließen. Ein Täfelchen von solchem Schiefer wog glühend 175, völlig mit Wasser gesättiget, 247 Gran, hatte also von der vollkommnen Trockenheit bis zum Punkte der völligen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere Lowitz brachte eine runde dünne Scheibe von diesem Steine an den einen Arm einer empfindlichen Wage an, die an ein Bret befestiget war, und hieng an den andern Arm eine Kette von Silberdrath, deren Ende an einen Schieber befestigt war, welcher sich in einem Falze an der

Seite des Brets höher und niedriger stellen ließ. Er bestimmte durch Proben den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewichte war, und wenn sie 10 Gran Uebergewicht hatte, theilte den Raum zwischen diesen Standpunkten in 10 gleiche Theile, und trug solcher Theile mehr, so weit nöthig, fort. Ward nun an den einen Arm dieser Wage der Stein, an den andern ein Gewicht gehangen, das dem Gewichte des ganz trocknen Steins (z. B. 175 Gr.) gleich war, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Steins in Granen an, wenn er mit dem Kettchen so gestellt ward, daß die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein am Schieber angebrachter Vernier zeigte noch Zehntheile eines Grans. Herr Lowitz bemerkte, daß bey einem anhaltenden nassen Wetter dieses Hygrometer über 55 Gran, bey einer anhaltenden Hitze von 113 Graden nach Fahrenheit nur 1½ Gran Feuchtigkeit angab. Er hat aber diesen Thonschiefer, wovon ein paar Stücke im göttingischen Naturaliencabinet sind, nirgend anders finden können.

Herr de Saussüre (Essais sur l'hygrometrie, à Neufchatel, 1783. 8. maj. Versuch über die Hygrometrie durch Horaz Benedict de Saussüre; aus d. Frz. von J D T. (Titius), Leipzig, 1784. 8.) hat endlich zu einer eigentlichen Theorie der Messung absoluter Quantitäten des in der Luft schwebenden Wassers den Plan entworfen. Er bedient sich zum Hygrometer eines weichen, wo möglich blonden, nicht krausen, Menschenhaares, welches aber wegen der anklebenden Fettigkeit in einer Auflösung von 7½ Skrupel Sodasalz in 30 Unzen Wasser 30 Minuten lang, dann noch zweymal etliche Minuten lang in reinem Wasser gekocht, in kaltem Wasser abgespült und an der Luft getrocknet werden muß. Ein solches Haar, welches sich von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um 24-25 Tausendtheile seiner ganzen Länge ausdehnt, hatte Hr. de S. unten an einem festen Punkte angehängt, und sein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, die einen Zeiger trug, welche ihre Drehung auf eine Zifferscheibe anzeigte. Das Haar wird durch ein Gewicht von 3-4 Gran gespannt, das an einem seidnen Faden in entgegengesetzter Richtung

m eben diese Welle gewunden war. Diese Einrichtung *hygromètre à arbre)* fand er aber zum Fortbringen unequem, und ersann daher eine andere, als Reise-hygrometer *(hygromètre portatif)* dienende, welche Taf. XII. Fig. 84. vorgestellt ist. Der wesentliche Theil dabey ist er Zeiger, dessen horizontalen Durchschnitt man bey G, ;, D, E, F besonders findet. Die Nadel BE ist in der Mitte durchlöchert, und es geht eine Axe hindurch, die im Mittel dünner, als an den Enden, gefeilt ist, damit sie ie Höhlung an weniger Stellen reibt. Der hintere Theil er Nadel BE hat auf dem Umkreise B doppelte Einschnitte, vorinn das Haar und das Gegengewicht, letzteres an inem Seidenfaden, wie über eine Rolle, herliegt. An er Nadel sitzen senkrecht über und unter ihrem Mittelpunkte zwo kleine Zangen mit Schrauben, den beyden Einschnitten der Rolle gegenüber, womit bey a der Seidenfaden des Gegengewichts, bey c das untere Ende des Haares eingeklemmt wird. Die Axe der Nadel geht durch den am Gestell befestigten Arm GF, und wird darinn durch die Druckschraube F festgehalten. Die Nadel muß so vollkommen m Gleichgewicht seyn, daß sie, wenn man das Gewicht bnimmt, in jeder Stellung stehen bleibt. So muß jede Veränderung in der Länge des Haars den Stand des sehr eweglichen und leichten Zeigers ändern. Das Metallstück heh hat die Gestalt eines um den Mittelpunkt des Zeigers beschriebenen Kreisbogens. Die Theilung, welhe vom Punkte der größten Trockenheit bis zum Punkte er größten Feuchtigkeit geht, wird entweder in Grade des Kreises, oder in 100 Theile des Raums gemacht. Die Zange y, die das obere Ende des Haars hält, befindet sich n einem Arme, der sich am Gestell verschieben und urch die Druckschraube x an jeder Stelle befestigen läßt. Geringe Veränderungen der Stellung macht man durch Verschiebung der Säule l, mittelst der Stellschraube m. Das Stück nopq, in die Lage gebracht, die mit Punkten ngedeutet ist, hält beym Forttragen des Instruments Gewicht und Nadel fest. Der Hacken r dient, ein Thermometer anzuhängen.

Um nun den Punkt der **größten Feuchtigkeit** zu bestimmen, befeuchtet Hr. de S. eine gläserne Glocke inwendig überall mit Wasser, hängt das Instrument darinn auf, und setzt sie so über einen Teller mit Wasser. Wenn sich das Haar nach 5 bis 6 Stunden noch immer verlängert, so muß man es wegwerfen, weil es zu empfindlich ist. Hört es aber auf, sich zu verlängern, so steht nun der Zeiger auf dem Punkte der Sättigung mit Feuchtigkeit. Geht das Haar wieder zurück, wie manche thun, wenn sie zu stark gedehnt worden sind (*cheveux retrogrades*), so ist es ebenfalls untauglich. Man muß diese Bestimmung mehrere male und mit Zwischenzeiten von vielen Tagen wiederholen, wobey das Instrument genau wieder auf denselben Punkt zurückkommen muß.

Die **größte Trockenheit** bestimmt er nach seiner schon im Journal de physique (1778. To. I. p. 43.) angegebnen Methode. Er trocknet nemlich die Luft unter einer gläsernen Glocke mit einem bis zum Glühen erhitzten Bleche, auf welchem ein Pulver aus gleichen Theilen Salpeter und rohem Weinstein verpuft hat, und das daraus entstandene fixe Laugensalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten worden ist. Dieses Blech, welches die Gestalt eines halben Cylinders hat, wird so heiß, als ohne Zersprengung der Glocke möglich ist, unter dieselbe gebracht, das Hygrometer hinein gehangen, und die Gemeinschaft mit der äußern Luft am untern Rande durch Quecksilber abgeschnitten, worauf man nun alles abkühlen läßt. Das Kennzeichen der erlangten vollkommenen Trockenheit nach vollendeter Operation ist dieses, daß nun die Wärme das Haar verlängern muß; denn ist noch etwas Feuchtigkeit darinn, so wird bey zunehmender Wärme die Luft mehr davon auflösen, und das Haar verkürzen. Es ist aber diese Bestimmung äußerst mühsam. Ein völlig trocknes Haar wird, wenn sich die Wärme um 1 Grad ändert, um 19 Milliontheilchen seiner Länge, und das zinnerne Gestell des Hygrometers um 26 Milliontheilchen ausgedehnt, welches zusammen etwa $\frac{1}{13}$ eines Hygrometergrades austrägt.

Herr de Saussüre fand, daß ein Cubikschuh Luft, bis af den 8ten Grad seiner Scale ausgetrocknet, bey 14 = 15 rad Temperatur nicht mehr als 11 Gran Wasser aufgelö= t erhalten konnte, obgleich Lambert 3 ; 2 Gran angiebt. ie Ursache dieses erstaunlichen Unterschieds sucht de S. arinn, daß Lambert nicht auf die Fortdauer des Ausdün= ens, wegen des Niederschlags an den Wänden der Ge= ße, selbst nach erfolgter Sättigung der Luft, Achtung egeben, und sich allzukleiner Gefäße bedient habe. In eyer Luft, meynt er, sey vielleicht die Menge des Wassers och geringer. Wenn die Luft bey 14 = 15 Grad Tempera= ir von der höchsten Trockenheit zur höchsten Nässe über= ing, so nahm ihre Federkraft um $\frac{1}{72}$ zu, und das Mano= eter stieg darinn von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Lin. Er zeigt inen Weg, durch diese Bestimmungen zur Kenntniß der bsoluten Quantität des in der Luft vorhandenen Wassers u gelangen, zieht dabey auch den Grad der Wärme in Betrachtung, weil eben dieselbe Luft bey anderer Wärme as Hygrometer anders afficirt, gesteht aber endlich selbst, aß seine Versuche noch nicht vollkommen sind, und mehr Prüfung und Berichtigung bedürfen. Dennoch bleibt ihm as unstreitige Verdienst, zu einer bessern Hygrometrie die rsten richtigen Gründe gelegt zu haben.

Herr de Lüc (Idées sur la meteorologie, To. I. Sect. I. h. 3.) hat gegen die Saussürische Bestimmung der festen Punkte, und gegen die Brauchbarkeit des Haares zum Hygrometer überhaupt, viele Einwendungen gemacht. Die größte Feuchtigkeit, glaubt er, müsse nothwendig durch öllige Einsenkung in Wasser bestimmt werden; zur Aus= rocknung der Luft zieht er den Gebrauch des Kalks vor, nd über den Gang der Haarhygrometer bringt er Versuche ey, nach welchen seine neuern Werkzeuge von Fischbein llerdings beträchtliche Vorzüge vor den Saussürischen zu aben scheinen.

Die churpfälzische Akademie der Wissenschaften zu Mann= eim gab im Jahre 1783. die Verfertigung harmoni= render Hygrometer als Preisfrage auf. Diesen Preis er= ielt Herr Chiminello, Astronom zu Padua, welcher einen

mit Quecksilber gefüllten Federkiel zum Hygrometer vorschlägt, die größte Feuchtigkeit durch Einsenkung in Wasser bestimmt, und einen zwoten festen Punkt durch Aussetzung des Instruments an die Sonne bey einer mittlern Trockenheit der Atmosphäre, und bey 25 Grad Temperatur nach Reaumür zu erhalten glaubt. In einem Anhange zu dieser Preisschrift (Opuscoli Scelti di Milano, To. IX. p. 1.) macht er noch einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Saussürischen Haarhygrometers, die Bestimmung der festen Punkte und den Gang desselben.

Der P. **Jean Baptiste** zu Vicenza hat zum Hygrometer einen Streif von Goldschlägerblase vorgeschlagen, der fast eben so, wie das Haar bey de Saussüre, angebracht wird. Er bedient sich auch eben der Methode, den Punkt der Nässe zu bestimmen, den zweyten festen Punkt aber sucht er durch Aussetzung des Instruments an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verschloßnen Gefäße. So glaubt er ein besseres und wohlfeileres Instrument, als **de Saussüre**, zu erhalten.

Letzterer aber hat sich gegen die Einwürfe dieser drey Gegner, und besonders gegen Herrn **de Lüc** zwar gründlich, aber doch mit viel Empfindlichkeit, vertheidigt (Defense de l'hygromètre à cheveu, in *Rozier* Journal de Phys. Jan. et Febr. 1788.). Er erklärt die Fehler, welche an den nach seiner Methode verfertigten Haarhygrometern wahrgenommen worden, daraus, daß man dazu schlechte und verwerfliche Haare (*cheveux retrogrades*) gebraucht habe.

Herr **de Lüc** selbst hatte sein erstes Hygrometer von Elfenbein mit Quecksilber bald wieder verworfen, und etwa um das Jahr 1775 ein neues erdacht, welches aus einem dünnen Spane von Elfenbein bestand, der über Rollen auf und nieder geführt, einen Zeiger drehte. Um die Wirkung der Wärme und Kälte aufzuheben, hatte er dem Gestell eine den rostförmigen Pendelstangen ähnliche Einrichtung gegeben. Weil er aber hernach fand, daß das Elfenbein nicht immer dieselbe Ausdehnbarkeit hatte, und daß diesem Fehler auch die damals schon vorgeschlagnen Federkiele und viele andere Substanzen, ausgesetzt waren,

so blieb er endlich bey dem **Fischbein** stehen. Hiebey nahm er noch immer nur **einen** festen Punkt an; denn er glaubte die gänzliche Austrocknung nicht anders, als durch Feuer, bewirken zu können. So übergab er die Beschreibung seines ersten Fischbeinhygrometers der Pariser Akademie im J. 1781. Bald hernach aber fand er Mittel, auch den zweyten festen Punkt der größten Trockenheit zu bestimmen, wozu er den Kalk in großen Massen gebraucht, welchem ein gleiches Volumen Luft auf drey Wochen lang ausgesetzt wird. Er gedenkt auch (Idees sur la meteorologie a. a. O. §. 53.) eines neu ausgedachten Apparats hiezu, wobey man den Kalk in noch größern Massen brauchen und das Verfahren abkürzen könne. Zum Körper des Hygrometers selbst gebraucht er dünne Streifen von Fischbein, von der Oberfläche oder dicken Rinde der Fischbeinblätter genommen, und nach der Breite der Fasern gearbeitet, die er mit einer Feder spannt. Er hat sie so fein verfertiget, daß ein Streif von 1 Fuß Länge nur $\frac{1}{4}$ Gran wiegt, und doch $\frac{1}{3}$ Unze Kraft der Feder aushält. Ein Streif von 8 Zollen ist hinreichend, und giebt etwa eine Veränderung von 1 Zoll. Die Feder, welche ihn spannt, ist in eine Trommel, wie eine Uhrfeder eingeschlossen, macht 5-6 Windungen, und wirkt an der dritten Windung auf den Streifen mit einer halben Unze Kraft. Die Veränderungen werden durch einen Zeiger an einer Zifferscheibe angegeben. Er beschreibt auch (a. a. O. §. 61.) noch eine zu den gemeinen Beobachtungen sehr bequeme Einrichtung in Gestalt einer Taschenuhr, und sucht darzuthun, daß der Gang dieser Hygrometer mit der Menge der Feuchtigkeit in der Luft selbst im Verhältnisse stehe.

De Saussure in seiner angeführten Vertheidigungsschrift erklärt das Fischbein wegen der zwischen seinen Fasern enthaltenen schleimichten Materie für verdächtig, und schließt aus de Lüc's eignen Versuchen, daß die Luft schon mit Feuchtigkeit gesättigt sey, wenn das Fischbein-Hygrometer erst 80-81 Grad zeige; auch behauptet er, die de Lücsche Bestimmung des festen Punkts der Trockenheit sey nichts als eine Nachahmung seines schon 1778. bekannt gemachten

Verfahrens, wobey blos der Kalk statt der Laugensalze substituirt werde. Erst die Zukunft, von der wir überhaupt noch wichtige Verbesserungen der Hygrometrie erwarten, wird über den Werth dieser beyden Werkzeuge entscheiden können, deren Erfinder sich an physikalischen Einsichten und mechanischer Geschicklichkeit beyde gleich kommen.

Man hat noch außerdem im Pflanzen- und Mineralreiche verschiedene Substanzen gefunden, welche zur Beobachtung und vielleicht auch zur Messung der in der Luft schwebenden Feuchtigkeit gebraucht werden könnten. Dahin gehören außer dem schon angeführten Schiefer aus Astrachan, das Weltauge (Das Weltauge, ein Hygroskop, von **Schreber**, im Naturforscher, 19. Stück, Halle, 1783.), eine vom Grafen **de la Guerrande** an den nördlichen Küsten von Bretagne gefundene Art von Meergras (Fucus, alga marina, s. Magazin für das Neuste aus der Physik u. s. w. III. B. 2. St. S. 159.) die vertrocknete Carlina vulgaris (**Bjerkander** in den neuen schwedischen Abh. III. Band) u. a. m.

Hygroskop, s. Hygrometer.

Hypomochlion, Unterlage, Hypomochlium, *Hypomochlion, Point d'appui.* Dasjenige, was den Ruhepunkt eines Hebels C, Taf. X. Fig. 51. 52. 53. trägt oder hält, so daß sich der Hebel zwar um denselben drehen, nicht aber verschieben oder auf- und abwärts weichen kan. Man stellt sich das Hypomochlion am besten als einen Zapfen vor, um den sich der Hebel dreht. Die gewöhnliche Vorstellung einer **Unterlage** gilt nur, wenn die am Hebel wirkenden Kräfte den Ruhepunkt niederwärts drücken. In Fällen, wo der Ruhepunkt aufwärts gedrückt wird, wie bey Fig. 52., muß man statt dessen eine Ueberlage annehmen. Inzwischen ist die griechische Benennung von dem Begriff der Unterlage abgeleitet; Hypomochlion heißt buchstäblich: was unterm Hebel liegt.

Der Widerstand der Unterlage oder des Zapfens, ist als eine dritte Kraft am Hebel anzusehen; und zieht man diese mit in Betrachtung, so richtet sich das, was am ru-

henden Hebel vorgeht, nach dem Gesetze des Gleichgewichts dreyer Kräfte, s. Gleichgewicht. Wenn die Kräfte mit einander parallel wirken, so trägt die Unterlage beym Hebel der ersten Art die Summe beyder Kräfte; beym Hebel der zweyten Art trägt oder hält der Zapfen nur soviel, als der Unterschied beyder Kräfte ausmacht: ziehen aber die Kräfte schief, wie Taf. XI. Fig. 58., so wird der Ruhepunkt C nach der Richtung CI (der mittlern Richtung der Kräfte) mit einer Kraft gedrückt, die sich zu den äußern Kräften D und E, wie Ie zu Id und de verhält, s. Hebel.

Man muß bey den Hebeln, und bey allen Maschinen überhaupt, dafür sorgen, daß Unterlagen und Zapfen an den Bewegungspunkten eine Festigkeit haben, welche den so berechneten Druck auszuhalten vermögend ist.

Hypothese, angenommener Satz, Voraussetzung, Hypothesis, Suppositio, *Hypothese Supposition.* Die wahren Ursachen der natürlichen Wirkungen und Erscheinungen sind oft sehr verborgen, und lassen sich nicht mit entschiedener Gewißheit angeben. In solchen Fällen nimmt man bey Erklärung der Phänomene seine Zuflucht zu selbst erdachten Vorstellungsarten; man nimmt an, die zu erklärende Naturbegebenheit geschehe aus dieser oder jener Ursache, auf diese oder jene Weise. Solche blos angenommene Ursachen und Vorstellungsarten führen den Namen der **Hypothesen**. So ist z. B. die wahre Ursache der elektrischen Erscheinungen verborgen, und wenn sich **Franklin** zu Erklärung derselben eine feine Materie denkt, und die Erscheinungen aus dem Ueberflusse oder Mangel derselben herleitet, so ist diese blos von ihm erdachte Vorstellung, deren Richtigkeit sich nicht gewiß erweisen läßt, eine physikalische Hypothese. Die Artikel dieses Wörterbuchs enthalten so zahlreiche Beyspiele hievon, daß es ganz unnöthig ist, hier mehrere davon anzuführen.

Wenn es gleich den Hypothesen an apodiktischer Gewißheit fehlt, so können sie doch oft zu einem sehr hohen Grade von **Wahrscheinlichkeit** erhoben werden. Hiezu wird erfordert, daß sie an sich nichts Widersprechendes, ge-

gen ausgemachte Wahrheiten oder völlig erwiesene Naturgesetze streitendes enthalten, und daß sie überdies eine vollkommen befriedigende leichte und ungezwungene Erklärung aller mit ihnen zusammenhängenden Erscheinungen gewähren. Diese Eigenschaften geben z. B. dem copernikanischen Weltsystem, wenn es auch nicht mathematisch erwiesen werden kan, eine Wahrscheinlichkeit, welche sich nach dem einstimmigen Urtheile aller Sachkundigen der Gewißheit gleich setzen läßt.

Das erste Merkmal einer guten Hypothese ist ihre Simplicität, wenn sie nemlich die Erscheinungen, um deren willen sie gemacht ist, durch die leichtesten und geschwindesten Mittel, mit der größten Ersparniß, und ohne Einführung neuer Substanzen oder Kräfte, erklärt. Eine gute Hypothese muß ferner in Analogie mit den bekannten Gesetzen der Welt stehen. Die Natur ist nie mit sich selbst im Widerspruche, und in allen ihren Werken erblickt man Züge eines allgemeinen Plans, in welchem kein Theil gegen den andern streitet. Findet man also Aehnlichkeit und Uebereinstimmung zwischen Gesetzen, die man feststellen will, und denjenigen, die schon entdeckt und bestätiget sind, so kan man die vermutheten Gesetze für wahrscheinlich halten. Aehnliche Wirkungen verrathen fast immer auch ähnliche Ursachen. Dies giebt der copernikanischen Hypothese ein so großes Uebergewicht über die tychonische, obgleich beyde die Erscheinungen erklären. In jener ist alles Folge eines einzigen Grundsatzes, und jede Erklärung stimmt mit den andern überein; in dieser hingegen ist wider die Analogie das Große dem Kleinen untergeordnet, und Wirkungen, welche ganz ähnlich scheinen, müssen mit beträchtlichen Verschiedenheiten erklärt werden.

Die Wahrscheinlichkeit einer Hypothese steht ferner im Verhältnisse mit der Menge der Fälle, die sie erklärt; sie nähert sich nemlich in eben diesem Verhältnisse der wahren Ursache, welche alle Fälle erklären würde. Auch ist diese Wahrscheinlichkeit desto größer, je genauer die Resultate, die sich aus der Hypothese und aus richtigen Beobachtungen ziehen lassen, mit der Erfahrung übereinstimmen.

So wird die newtonische Theorie der Gravitation, wenn man sie anders noch zu den Hypothesen rechnen darf, dadurch über alle Zweifel erhoben, weil sie in Verbindung mit den Beobachtungen alle wechselseitige Perturbationen im Laufe der Planeten mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit bestimmt, und so den astronomischen Tafeln erst die erforderliche Vollkommenheit gegeben hat, die man vorher durch kein Mittel erreichen konnte.

So kan sich oft das, was anfänglich Hypothese war, in der Folge als allgemein anerkannte Wahrheit bestätigen, und wenn ich das Wenige ausnehme, was sich unmittelbar auf Beobachtung gründet, so giebt es vielleicht in dem ganzen Umfange der Naturlehre keine Wahrheit, die nicht einmal Hypothese gewesen wäre.

Man kan daher den großen Nutzen und die Unentbehrlichkeit der Hypothesen in der Physik keinesweges bezweifeln. Wo man keine andern Mittel hat, die Natur zu erklären, da sind sie das einzige Band, durch das man mehrere Begebenheiten verknüpfen, und auf den Weg zu einer zweckmäßigen Vervielfältigung der Beobachtungen und Versuche, ja selbst zur Entdeckung der wahren Ursache, geleitet werden kan. Die Sternkunde würde sehr arm seyn, wenn man sich erst dann darauf hätte legen wollen, als das wahre Weltsystem erfunden war, auf welches man vielleicht ohne die vorhergehenden zahlreichen Hypothesen gar nicht gekommen wäre. Und eben dies ist der Fall in den meisten übrigen Fächern der Naturlehre. Die guten Hypothesen, wenn sie auch nicht die Wahrheit selbst sind, machen doch den Zusammenhang der Begebenheiten sinnlicher, veranlassen Versuche und Entdeckungen, an welche man ohne sie nicht gedacht hätte, und ermuntern den unpartheyischen Beobachter unaufhörlich zu neuen Prüfungen, welche fast immer etwas Nützliches lehren.

Dagegen ist der Mißbrauch der Hypothesen äußerst gefährlich für den Fortgang und die Ausbreitung der Wahrheit. Wer eine Hypothese ersonnen hat, und einmal so weit gekommen ist, sie für wahrscheinlich zu halten, der beredet sich sehr leicht, daß alle weitere Prüfung unnöthig

sey. Er glaubt alsdann nicht mehr, daß die Natur seiner Vorstellung widersprechen könne, und wenn neue Beobachtungen gegen ihn streiten, so erzwingt er sich durch Witz und Geschicklichkeit neue Erklärungen oder Zusätze zur Hypothese selbst, welche meistentheils nichts anders als neue Irrthümer sind, und den Epicykeln des ptolemäischen Weltsystems gleichen. Hypothesen, die man mit dergleichem Flickwerke versehen muß, um sie neuern Beobachtungen anzupassen, sind im höchsten Grade verdächtig. So sinnreich auch bisweilen ihre Vertheidiger die Beobachtungen zu drehen und die Widersprüche zu heben wissen, so muß doch der unbefangene Naturforscher nie vergessen, daß die Begierde, etwas zu behaupten, der ärgste Sophist sey, den man sich gedenken kan, und daß eine einzige Thatsache mehr wahren Werth habe, als das künstlichste Gebäude von solchen Erklärungen.

Bey dem Studium der Geschichte der Physik bleibt man zweifelhaft, ob die Hypothesen dem Fortgange dieser Wissenschaft mehr geschadet oder genützt haben. So viele wichtige Entdeckungen aus ihnen entsprungen sind, so hat doch auch der alle Grenzen übersteigende Mißbrauch derselben die Wissenschaft bis zum Anfange des vorigen Jahrhunderts in ihrer ersten Kindheit zurückgehalten, und ihrem Wachsthume noch bis in die gegenwärtigen Zeiten starke Hindernisse entgegengesetzt. Die ganze Schule des **Descartes** behauptete, alle Dinge nach der Vorstellungsart ihres Lehrers erklären zu können, und suchte in den Beobachtungen nichts weiter, als Bestätigung dieser schon vorher gefaßten Begriffe und Meynungen auf. So wurden die vortreflichsten Erfahrungen verdrehet, und statt der Geschichte der Natur ward eine Geschichte menschlicher Vorstellungen erzählt, bey der man sich unglaubliche Mühe gegeben hat, unnütze Begriffe zu erfinden und zu vertheidigen. **Newton** machte endlich diesem Unwesen ein Ende. Er war so sehr wider die Hypothesen dieser Art eingenommen, daß er seine Theorien schlechterdings nicht also genannt wissen wollte, so viel sie auch noch hin und wieder Hypothetisches enthalten. Er suchte die Physiker auf den

richtigen Begriff von Hypothesen zu führen, indem er (Princip. L. III. sub init.) unter diesem Namen einige Sätze vortrug, die jeder gern einräumt, ob sie gleich nicht mit mathematischer Schärfe zu erweisen sind (wie die Postulata oder Hypotheses der alten Mathematiker). Unter diesen Sätzen befinden sich z. B. die vortreflichen Regeln, daß man nicht mehr Ursachen der Naturbegebenheiten annehmen müsse, als wirklich erwiesen und zur Erklärung der Erscheinungen hinreichend sind; daß einerley oder ähnliche natürliche Wirkungen einerley Ursachen haben; das copernikanische System, die keplerischen Regeln u. s. w. — Voraussetzungen, welche sich von den cartesianischen Hypothesen sehr merklich unterscheiden. Er gab endlich den Physikern durch seine Schriften ein vortrefliches Beyspiel, so wenig als möglich vorauszusetzen, und so viel als möglich, aus Erfahrung und Induction zu schließen. Nach einem langen Streite zwischen seinen und des Descartes Anhängern hat doch endlich die bessere Methode gesiegt, und obgleich die Anzahl der Hypothesen, besonders in den dunklern Fächern und in dem chymischen Theile der Naturlehre, seitdem noch ansehnlich vermehrt worden ist, und noch immer zunimmt, so scheinen sie doch in unsern Tagen mit mehrerer Mäßigung behandelt, und nicht so oft, als sonst, zum Nachtheil der Wahrheit gemißbraucht zu werden.

Discours sur les dispositions, qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la physique par M. *Nollet*, vor dem ersten Bande s. Leçons de phys. exp.

Senebier Kunst zu beobachten, a. d. Franz. v. Gmelin, Leipzig, 1776. 8. II. B. 9—11. Abschn.

J.

Jahr, Annus, *An*, *Année*. Die Zeit, binnen welcher die Erde ihre Bahn um die Sonne einmal durchläuft. Nach Ablauf dieser Zeit kömmt sie also wieder in ihre vorige Stellung gegen die Sonne, und es kehren den Orten auf ihrer Oberfläche die vorigen Jahrszeiten, und die übrigen von der Sonne abhängenden Erscheinungen zurück. Eben

dies ist auch der Zeitraum, in welchem die Sonne durch ihre eigne Bewegung die ganze Ekliptik, oder alle zwölf himmlische Zeichen zu durchlaufen scheint, s. **Ekliptik**. Er giebt wegen der Wiederkehr aller Verrichtungen, die von der Sonne und den Jahrszeiten abhängen, ein sehr brauchbares Maaß der Zeit.

Man hat anfänglich die Größe des Jahres nicht ganz genau gekannt. Die Egypter nahmen nach den Nachrichten des **Syncellus** zuerst ein Jahr von 360 Tagen an, dem nachher die Thebäer noch fünf Tage zusetzten. Der große Ring des Osymandyas (Diod Sic. L. I. Sect. 2.) hatte daher einen Umfang von 365 Ellen; jede Elle bezog sich auf einen Tag des Jahres, und es war dabey der Auf- und Untergang der Gestirne, mit astrologischen Folgerungen, bemerkt. Weiterhin ward man gewahr, daß dieses Jahr um einen Viertelstag zu kurz sey, daher die Wiedererscheinung des Hundssterns, welche die Ueberschwemmung des Nils verkündigte, alle 4 Jahre um einen Tag später erfolgte, und so erst in 4×365 oder eigentlich in 1461 Jahren, wieder auf denselben Tag des bürgerlichen Jahrs zurückkehrte. Weil sich aber die Festrechnung der Egypter auf das Jahr von 365 Tagen gründete, so war ihnen dasselbe zu heilig, um etwas daran zu ändern; sie ließen also ihre Feste ungestört durch alle Jahrszeiten rücken, und bemerkten blos die Periode ihrer Wiederkehr auf den vorigen Tag unter dem Namen des **Hundsterncyclus** (Periodus Sothiaca), bis endlich nach der Schlacht bey Actium Egypten eine Provinz des römischen Reichs ward, und ein Jahr annehmen mußte, das an Größe dem julianischen gleich war.

Die Griechen nahmen bey ihren Bemühungen, das Sonnenjahr mit dem Mondlaufe zu vereinigen (s. **Kalender**), jenes zu 365 Tagen 6 Stunden an. Der metonianische Cykel von 19 Jahren oder 6940 Tagen war dieser Angabe zufolge noch 6 Stunden länger, als 19 Sonnenjahre; aber die hundert Jahr später eingeführte kallippische Periode von 27759 Tagen trifft mit 76 Jahren von 365¼ Tagen ganz genau überein. Diese Periode ward bey den Griechen beybehalten, und **Sosigenes**, mit dessen Hülfe

Cäsar den römischen Kalender verbesserte, führte das Jahr, das sie voraussetzt, auch bey den Römern ein. Seit dieser Zeit ist es unter dem Namen des **julianischen Jahres** bekannt geblieben.

Hipparch zu Alexandrien beobachtete nach den Nachrichten des **Ptolemäus** (Almagest. L. III.) die Zeitpunkte der Nachtgleichen und Sonnenwenden mit vieler Sorgfalt. Er verglich seine Beobachtungen mit denen, welche **Aristarch von Samos** 145 Jahre vor ihm angestellt hatte, und fand, daß die Sonnenwenden seit dieser Zeit um 12 Stunden früher einfielen. Dieser Bestimmung nach schien ihm die wahre Länge des Jahres $\frac{12}{147}$ oder beynahe $\frac{1}{12}$ Stunde, d. i. 5 Minuten kürzer, als die kallippische Periode annahm, mithin nur 365 T. 5 St. 55 Min. zu seyn. Weil diese $\frac{12}{147}$ Stunden in 4×76 Jahren 25 St. 9 Min. ausmachen, so schlug er vor, vier kallippische Perioden zusammenzunehmen, und einen Tag daraus hinwegzulassen, wobey 304 Jahre von eben so viel Umläufen der Sonne nur um 1 Stunde 9 Min. abweichen würden. Es ist aber dieser Vorschlag ohne Anwendung geblieben.

Die neuern Astronomen haben von der vortreflichen Methode des Hipparch, alte und neue Beobachtungen zu vergleichen, häufigen Gebrauch gemacht. So hatte **Walther** zu Nürnberg im Jahre 1488 die Nachtgleiche den 10ten März um 15 Uhr 40 Min. beobachtet, welches auf den Meridian von Uranienburg (der um 15 Min. Zeit weiter ostwärts liegt) reducirt, die Nachtgleiche

1488 d. 10 März 15 St. 55 Min. giebt.
Tycho fand sie 1588 d. 9 März 21 St. 10 Min.

Unterschied auf 100 Jahr 18 St. 45 M. = 1125 M.
div. mit 100) ———————
auf 1 Jahr — — 11 Min. 15 Sec.

Nach dieser Rechnung ist das wahre Sonnenjahr um 11 Min. 15 Sec. kürzer, als das julianische v. 365 T. 6 Stunden, mithin beträgt es 365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. (s. *Tychonis de Brahe* Progymnasm. Astr. p. 51.). Aehnliche Vergleichungen findet man beym **Riccioli** (Al-

mageft. nov. p. 138. Aſtron. reform. p. 16.), **Hevel** (Prodrom. Aſtr.) **Manfredi** (De gnomone Bononienſi p. 74.) **Caſſini** (Elemens de l'aſtr. L. II. ch. 10.) und **de la Lande** (Aſtronomie, der zwoten Ausg. §. 885.) geſammelt. Der letztere ſetzt die mittlere länge des Sonnenjahrs

365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. 30 Tert.

Dieſer Zeitraum, binnen welchem die Sonne von einer Nachtgleiche oder Sonnenwende aus bis wieder zu eben derſelben läuft, heißt von den Tropen oder Sonnenwenden das **tropiſche Sonnenjahr** (annus ſolaris tropicus). Während dieſer Zeit ſind die Fixſterne, wegen des Vorrückens der Nachtgleichen, um 50″ weiter gegen Morgen gegangen, und die Sonne braucht daher, um wieder zu dem vorigen Fixſterne zu gelangen, noch 20 Min. 5, 7 Sec. Zeit über das tropiſche Jahr. Dieſer Zeitraum heißt das **Sternjahr** oder die **ſideriſche Umlaufszeit** (annus ſidereus). Die Erdferne oder eigentlich die **Sonnenferne** der Erde rückt in eben der Zeit um 65″ fort, daher die Sonne, um von einer Erdferne bis zur folgenden zu gelangen, 26 Min. Zeit über das tropiſche Sonnenjahr nöthig hat. Dieſer Zeitraum heißt die **anomaliſtiſche Umlaufszeit**. **De la Lande** (Aſtr. 888. 889.) ſetzt

die ſideriſche 365 T. 6 St. 9 Min. 11,2 Sec.
die anomaliſtiſche 365 6 15 20

Weil zwölf Umläufe oder Wechſel des Monds dem Jahre nahe kommen, ſo nennt man die Dauer von zwölf ſynodiſchen Mondenmonaten (ſ. **Monat**) ein **Mondenjahr** (annus lunaris). Sie beträgt nach **de la Lande** (Aſtr. 1422.)

354 T. 8 St. 48 Min. 34,7 Sec.

und iſt beynahe um 11 Tage (eigentlich 10 T. 21 St.) kürzer, als das tropiſche Sonnenjahr.

Die bisher angezeigten Jahre ſind **aſtronomiſche** (anni coeleſtes). Sie geben wirkliche Dauer der himmliſchen Umläufe bis auf Minuten und Secunden an. Von ihnen unterſcheiden ſich die **bürgerlichen Jahre** (anni civiles), welche im Kalender, wo man die Tage nicht thei-

len kan, angenommen werden müssen, und aus Anzahlen von vollen **Tagen** bestehen, die dem astronomischen Jahre so nahe, als möglich, kommen. Aus dem vorigen erhellet, daß es hiebey am natürlichsten und richtigsten ist, das bürgerliche Sonnenjahr zu 365 Tagen anzunehmen. Ein solches heißt ein **gemeines Jahr** (annus communis). Weil es aber, nach dem vorigen, um 5 St. 48 Min. $45\frac{1}{2}$ Sec., oder fast um 6 Stunden, zu kurz ist, und dieser Fehler in vier Jahren fast einen ganzen Tag ausmacht, so setzt unser Kalender aller 4 Jahre einen Tag hinzu, woraus ein Jahr von 366 Tagen, ein **Schaltjahr** (annus bissextilis) entsteht. Dieser **Schalttag** (dies intercalaris) wird zwischen den 23sten und 24sten Februar eingeschoben; und weil hiebey im römischen Kalender der 23ste Februar (sextus Kalendas Martias) zweymal gezählt wird, so ist daher die lateinische Benennung (bissextilis, a bis numerato sexto) entsprungen.

Die von verschiedenen Völkern angenommenen bürgerlichen Jahre sind entweder Sonnen- oder Mondenjahre. Sie setzen sämmtlich eine auf Beobachtung beruhende Grösse des astronomischen Jahres voraus, enthalten eine Anzahl voller Tage, welche dieser Größe nahe kömmt, und lassen alsdann entweder die Jahrszeiten durch alle Tage des Jahres durchrücken (anni vagi), oder halten dieselben durch Einschaltungen an gewisse Tage fest (anni fixi).

Zu den bürgerlichen Sonnenjahren, in welchen die Jahrszeiten durch alle Tage des Jahres rücken, gehört das alte **egyptische Jahr** von 365 Tagen, welches mit dem **nabonassarischen** Jahre der Chaldäer und dem **yezdegerdischen** Jahre der Perser einerley ist. In 1461 solchen Jahren rückt die Nachtgleiche nach und nach durch alle Tage des Jahrs hindurch.

Das **julianische** Jahr sollte zwar der Absicht nach ein festes Jahr seyn. Weil aber die vorausgesetzte Dauer des astronomischen Jahres von 365 T. 6 St., um 11 Min. 14,5 Sec. zu groß ist, welches in 400 Jahren 3 Tage beträgt, so müssen dennoch die Nachtgleichen aller 400 Jahre 3 Tage früher fallen, und es war daher die Frühlings-

nachtgleiche vom Jahre 325 n. C. G. bis zu Ende des 16ten Jahrhunderts vom 21ten bis zum 10ten März vorgerückt. Dies gab Anlaß zu Einführung des gregorianischen Kalenders, s. **Kalender**, wobey das Jahr zu 365 T. 5 St. 49 Min. 12 Sec. angenommen ist, und binnen 400 Jahren allezeit drey Schalttage wegbleiben. Dieses verbesserte oder **gregorianische** ist nun wirklich ein fixes Jahr, in welchem sich die Frühlingsnachtgleiche immer um den 20 März hält. Die vorausgesetzte Dauer des Sonnenjahrs weicht von der wahren nur um 27 Sec. ab, welches erst in 3200 Jahren eine Abweichung von einem Tage giebt.

Bey den Persern führte der Sultan **Gelal** bereits im Jahre 1079 n. C. G. mit Hülfe des Astronomen **Omar Chejam** ein Jahr (annus Galilaeus) ein, welches mit dem Laufe der Sonne noch genauer, als selbst das gregorianische, übereinstimmt. Es wird nemlich dabey 7mal nach einander aller vier Jahre, das achtemal aber erst im 5ten Jahre, ein Tag eingeschaltet. Daher sind unter 33 Jahren allezeit 25 gemeine und 8 Schaltjahre, oder diese 33 Jahre haben $33 \times 365 + 8 = 12053$ Tage, so daß ein Jahr $=$ 365 T. 5 St. 49 Min. 5 Sec. 28 Tert. vorausgesetzt wird, welches von der wahren Größe nur um 20 Sec. abweicht, und erst in 4320 Jahren um einen einzigen Tag fehlet. Diese Einschaltungsart würde der gregorianischen vorzuziehen seyn, wenn nicht bey der letztern zugleich auf den Mondlauf hätte gesehen werden müssen, wobey der gleichförmige Fortgang des Einschaltens durch ein ganzes Jahrhundert einen großen Vortheil gewähret.

Unter den bürgerlichen **Mondenjahren** giebt es wiederum solche, in denen die Jahrszeiten durch die Tage des Jahres fortrücken (vagos) und andere, in welchen sie durch Einschaltungen an gewissen Tagen festgehalten werden (fixos). Zu den erstern gehört das **muhammedanische** oder **arabische** Jahr, welches aus 354 Tagen bestehet und zwölf Monate hat, welche mit 30 und 29 Tagen abwechseln. In jeder Periode von 30 Jahren wird in den Jahren 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, 29 dem letzten Monate, der sonst nur 29 Tage hat, der 30ste zugesetzt, daß

lso unter 30 Jahren, 19 von 354, und 11 von 355 Tagen und. Hiebey ist das Mondenjahr 354 T. 8 St. 48 Min. vorausgesetzt; dies weicht von dem wahren Mondlauf jährlich um 35 Sec., oder in 2480 Jahren um einen Tag ab; dagegen ist auf die Sonne hiebey gar keine Rücksicht genommen.

Zu den fixen Mondenjahren, welche sich nach dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich richten, gehören das atheniensische und jüdische Jahr. Das gemeine athenienfische Jahr (annus Atticus communis) bestand aus 12 Monaten, welche mit 30 und 29 Tagen abwechselten, also aus 354 Tagen, und fieng mit dem nächsten Neumonde nach der Sommersonnenwende an. Das Schaltjahr (annus embolimaeus) hatte 13 Monate, oder 384 Tage. Anfänglich ward in jeder Periode von acht Jahren (Octaëteris) dreymal, nemlich zu Ende des 3ten, 5ten und 8ten Jahres eingeschaltet, daß also 8 Jahre 99 Monate oder 2922 Tage hatten. Dieser Zeitraum ist zwar eben so lang als 8 Sonnenjahre, jedes zu 365 T. 6 St., aber um $1\frac{1}{2}$ Tage kürzer als 99 Mondumläufe, jeden zu 29 T. 12 St. 44 Min. gerechnet. **Meton** und **Euctemon** führten daher den Cykel von 19 Jahren (Enneadecaëteris) ein, dem sie 235 Monate, 125 von 30, 110 von 29 Tagen gaben, so daß das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 17te und 19te Jahr, Schaltjahre von 13 Monaten waren, die übrigen aber nur 12 Monate behielten. Diese Periode enthält 6940 Tage; 19 Sonnenjahre aber haben 6 Stunden, und 235 Mondumläufe $7\frac{2}{3}$ Stunden weniger. Aus diesem Grunde ließ **Kallippus** von dem letzten Schaltmonate der vierten 19jährigen Periode noch einen Tag hinweg, wodurch denn diese 76 Jahre oder 940 Monate gerade 76 julianischen Jahren gleich und um $6\frac{2}{3}$ Stunden länger als 940 Mondwechsel wurden. Da der synodische Monat in der That noch 3 Sec. länger ist, als oben angenommen wird, so gehen von diesen $6\frac{2}{3}$ Stunden noch 940. 3 Sec. oder 47 Minuten ab, daß also die kallippische Periode vom Sonnenlaufe nur eben so weit, als das julianische Jahr, d. i. um einen Tag in 128 Jahren, und vom Mondlaufe nur um 5 St. 53 Min. in

76 Jahren, d. i. um einen Tag in 310 Jahren, abweicht. Diese Verbindung des Sonnen- und Mondlaufs ist allerdings eine der vortreflichsten Erfindungen des Alterthums, obgleich die Einschaltungsmethode selbst für den Gebrauch des gemeinen Lebens allzugekünstelt ausfällt, und in den einzelnen Jahren allzugroße Abweichungen vom Sonnenlaufe zuläßt, s. **Kalender.**

Auch das jetzige Jahr der **Juden** ist ein fixes oder mit dem Sonnenlaufe vereinigtes **Mondenjahr** von 354 Tagen, welches von dem nächsten Neumonde nach der Herbstnachtgleiche anfängt. Sie bedienen sich dabey eines Cykels von 19 Jahren, in welchem das 3, 6, 8, 11, 14, 17, 19te, Schaltjahre von 13 Monaten sind. Die Monate wechseln mit 30 und 29 Tagen ab; und der Schaltmonat von 30 Tagen wird zwischen den sechsten und siebenden Monat eingeschoben. Unter ihren gemeinen und Schaltjahren kommen aber auch solche vor, die einen Tag mehr oder weniger, als die gewöhnlichen, haben, so daß die Periode von 19 Mondenjahren, in welcher sie 235 Monate zählen, um eine Stunde und 485 Helakim (oder 1080 Theile der Stunde) kürzer ist, als der julianische Mondcykel.

Montucla Hist. des mathem. P. I. L. III. no. XIII. sq.
Kästner Anfangsgr. der Astronomie und Chronologie, Göttingen, 1781. 8. an mehreren Stellen.
Guil. Beveregii Institut. Chronol. L. II. Londin. 1705. 4.

Jahrszeiten, Quatuor anni tempora, *Saisons.* Die vier Theile, in welche das Jahr, in Absicht auf die Stellung der Erde gegen die Sonne, besonders von den Bewohnern der gemäßigten Zonen, eingetheilt wird. Ihre Namen sind **Frühling, Sommer, Herbst, Winter,** und von jeder handelt ein besonderer Artikel dieses Wörterbuchs.

Wenn die Sonne im Anfang des Steinbocks steht, so ist in der nördlichen gemäßigten Zone ihre Mittagshöhe am kleinsten, und die Tageslänge am kürzesten. Ihre schief auffallenden Stralen erwärmen die Erdfläche wenig und nur einige Stunden lang, die Kälte nimmt überhand, und

man sagt, es sey **Winter**. Je weiter sie aber zu dem Zeichen des Widders hinaufrückt, desto mehr wächst ihre Mittagshöhe zugleich mit der Länge des Tages, ihre Stralen werden weniger schief, erwärmen stärker und länger, die erstorbene Natur fängt endlich von neuem an zu leben, und mit dem Eintritte der Sonne in den Widder hebt der **Frühling** an. Alle diese Wirkungen nehmen zu, bis beym Eintritte der Sonne in den Krebs ihre Mittagshöhe und die Tageslänge am größten werden, und die Stralen die stärkste Hitze verursachen. Alsdann sagt man, es sey **Sommer**. Von dieser Zeit an reifen die Früchte; die Sonne aber geht wiederum nach dem Aequator zurück in niedrigere Stellen, ihre Stralen werden schiefer, die Tage kürzer, und wir bekommen **Herbst**, wenn die Sonne in die Wage tritt. Endlich geht sie von hier aus in noch niedrigere Stellen der Ekliptik, die Tage werden noch kürzer, die Sonnenstralen fallen noch schiefer auf, die Witterung wird rauher und kälter, bis mit dem Eintritte der Sonne in den Steinbock der Winter wiederkehret. Die südliche gemäßigte Zone hat zu gleicher Zeit die entgegengesetzten Jahrszeiten.

Für die Bewohner der kalten Zonen lassen sich die Jahrszeiten eben so, wie für die benachbarten gemäßigten annehmen. Im Frühlinge giebt es für diese Orte eine Zeit, in der die Sonne gar nicht mehr untergeht, einen **beständigen Tag**, der sich bis in den Sommer hinein erstreckt, und desto länger dauert, je näher der Ort dem Pole liegt. Dagegen fängt im Herbste eine **beständige Nacht** an, welche bis in den Winter anhält.

Auf die Orte der heißen Zone aber läßt sich die Abtheilung in Jahrszeiten nicht mehr anwenden. Diesen Orten geht die Mittagssonne jährlich zweymal durch den Scheitel, und zweymal ist sie von demselben am weitsten entfernt. Dies würde zween Sommer und zween Winter, aber meistens von sehr ungleicher Dauer, geben: aber der Begrif von unsern Jahrszeiten läßt sich überhaupt nicht auf Orte anwenden, wo die Sonne fast immer hoch steht, wo die Abwechselungen der Temperatur und Tageslänge nicht

beträchtlich sind, und die Fruchtbarkeit mehr auf Nässe und Trockenheit, als auf Wärme und Kälte, ankömmt. Wenn in der heißen Zone eigentlich Sommer seyn sollte, oder wenn sich die Sonne am meisten über den Horizont erhebt, so fällt die Regenzeit ein; die angenehmste Jahrszeit aber pflegt diejenige zu seyn, da die Sonne am niedrigsten steht.

Die Abwechselung der Jahrszeiten hängt lediglich davon ab, daß die Ekliptik mit dem Aequator nicht zusammenfällt, sondern gegen denselben unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ geneigt ist; oder was eben so viel ist, davon, daß die Erde sich nicht ganz nach eben der Richtung um ihre Axe drehet, nach welcher sie ihre jährliche Bahn um die Sonne beschreibet. Eine sehr einfache Erklärung hievon giebt das copernikanische System, s. **Weltsystem**. Fielen Aequator und Ekliptik in eine Ebne zusammen, so würde die Sonne stets im Aequator stehen; es würde überall und immer der Tag der Nacht gleich seyn, und durchgängig ein beständiger Frühling herrschen.

Da die Erde nicht alle Theile ihrer Bahn mit gleicher Geschwindigkeit durchläuft, so sind auch die Jahrszeiten nicht von gleicher Länge. Frühling und Sommer dauren bey uns zusammen ohngefähr 186, Herbst und Winter 179 Tage.

Wärme, Kälte und Witterung hängen zwar großentheils, aber bey weitem nicht ganz, von der Wirkung der Sonne ab, sondern richten sich außerdem noch nach vielerley localen und zufälligen Ursachen. Daher werden sie nicht durch die Jahrszeiten allein bestimmt, und so kan es im Sommer sehr kalte, im Winter sehr warme Tage geben. Weil die Wirkungen erst dann am stärksten werden, wenn ihre Ursachen eine Zeit lang gedauert haben, so ist es nicht gerade dann am kältesten, wenn die Sonne am niedrigsten, oder am wärmsten, wenn dieselbe am höchsten steht; vielmehr fällt die größte Kälte und Hitze erst einige Zeit nach dem Anfange des Winters und Sommers ein, s. **Klima**.

Erxleben Anfangsgründe der Naturl. durch Lichtenberg, §. 600, 622, 770.

Idioelektrisch, s. **Elektrische Körper**.

Imprägnation, Impraegnatio, *Imprégnation*. Dieses Wort bedeutet eben so viel, als Auflösung, wird aber hauptsächlich von Auflösungen der Salze und der Gasarten in Wasser und andern tropfbaren Flüßigkeiten gebraucht. Wasser mit Salz, Vitriolsäure, fixer Luft u. s. f. **imprägniren**, heißt eine Quantität Salz oder Vitriolsäure darinn auflösen, oder eine Menge fixe Luft von demselben absorbiren lassen. Eine Maschine zur Imprägnation des Wassers mit fixer Luft und andern Gasarten wird bey dem Worte: **Parkerische Maschine** beschrieben.

Inbegriff, s. **Volumen**.

Inclination, s. **Neigung**.

Incrustation, Incrustatio, *Incrustation*. Einige Wasser haben die Eigenschaft, die ihnen beygemischten erdichten, salzigen oder kießigten Theile an der Oberfläche der Körper, mit denen sie in Berührung stehen, abzusetzen. Körper, die man solchen Wassern eine Zeit lang aussetzt, werden dadurch mit einer harten steinähnlichen Rinde überzogen, und man nennt sowohl diesen Vorgang selbst, als auch den überzognen Körper, eine **Incrustation**. Der letztere würde richtiger ein **Incrustat**, oder incrustirter Körper heißen.

Die gewöhnlichsten Incrustationen sind kalkartig, weil sich die Kalkerde unter allen übrigen am leichtesten mit dem Wasser vermischt. Hieher gehören die **Stalaktiten** oder **Tropfsteine, Rindensteine**, welche sich durch das Herabtröpfeln des Wassers in unterirdischen Höhlen bilden, und durch die fortdaurende Incrustation besondere Gestalten annehmen, s. **Höhlen**. Andere Ueberzüge sind ocherartig, und unterscheiden sich durch eine gelbe oder braune Farbe. In den Gradirhäusern der Salzwerke überziehen sich die Reiser, durch welche die Sole tröpfelt, und andere Körper, die man hineinlegt, mit einer theils kalkartigen, theils

salzigen Rinde. Die warmen Quellen z. B. das Carlsbad, deren Wasser wegen seiner Wärme viel fremde Materien auflöset, haben diese incrustirende Eigenschaft in vorzüglich hohem Grade, s. **Bäder, warme**.

Indifferenzpunkt, Punctum indifferentiae, *Point d'indifference*. Diesen Namen giebt **Brugmanns** (Tentamina philosophica de materia magnetica eiusque actione in ferrum et magnetem. Franequ. 1765. 4. deutsch, mit neuen Zusätzen des Verf. durch D. **C. G. Eschenbach**, Leipz. 1784. 8. S. 70.) demjenigen Punkte eines eisernen oder stählernen Stäbchens, an welchem der Magnet, mit dem man es bestreicht, stehen muß, wenn das eine Ende des Stäbchens gar keine Polarität zeigen soll.

Wenn man nemlich ein unmagnetisches Stäbchen Eisen oder Stahl AC, Taf. XII. Fig. 85., bey A mit dem Nordpol eines starken Magnets berühret, so wird A ein Südpol, und C ein Nordpol; streicht man aber mit dem Magnet am ganzen Stäbchen hin bis C, so wird am Ende A ein Nordpol und C ein Südpol.

Herr **Brugmanns** gerieth dadurch auf die vortrefliche Muthmaßung, weil das Ende A während dem Hinstreichen seine Polarität ändert, und aus der südlichen in die nördliche übergeht, daß wohl der Magnet auf seinem Wege von A nach C in einen Punkt M kommen müsse, wo A gar keine Polarität hat, die südliche Spitze einer Nadel eben sowohl als die nördliche zieht, und also ganz **indifferent** ist. Er fand auch dies durch die Erfahrung bestätiget. Stand der Magnet in M, so zeigte A gar keine Polarität, indem C noch immer ein Nordpol war. Fuhr er mit dem Magnete weiter nach C, so fieng A an eine nördliche Polarität zu zeigen, und die nördliche Polarität von C nahm ab. Kam er bis N, so ward C **indifferent**, und strich er bis ans Ende, so erhielt C eine starke südliche, und A eine nördliche Polarität. Er gab daher den Punkten M und N den Namen der **Indifferenzpunkte**. Sie finden sich bey allen Eisen- und Stahlstäbchen oder Drath, nur haben sie bey verschiedenen Dicken und Längen, auch

bey verschiedener Härte des Eisens und Stärke des Magnets andere Lagen. Herr **van Swinden** hat hierüber noch viele Versuche angestellt, s. **Magnet**.

Beccaria (Elettric. artif. 1771. p. 208.) und **Lord Mahon** (Principles of electricity, London, 1779. 4.) haben bemerkt, daß es an elektrisirten Leitern ähnliche Punkte giebt, wobey das eine Ende des Leiters gar keine Elektricität zeigt, wenn der elektrisirte Körper, der dem Leiter die Elektricität mittheilt, an einen solchen Punkt gehalten wird.

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. § 570 b.

Inflexion, s. Beugung des Lichts.

Intensität, Energie, Wirksamkeit, Intensitas, Energia, Efficacia, *Intensité, Energie.* Das Vermögen zu wirken, oder die Größe der Kraft, in so fern sie nicht von der Größe des Körpers oder von der Menge seiner Theile abhängt, sondern jedem einzelnen Theile eigen ist.

Wenn man zu einem Gewichte ein anderes hinzuthut, so wird zwar der Druck, oder die Wirkung der Schwere, vergrößert; weil aber dies blos von der vermehrten Masse oder Menge der Theile herkömmt, so kan man in diesem Falle nicht sagen, die Intensität der Schwere sey größer geworden. Würde aber das Gewicht in die Gegenden um die Pole, oder auf die Oberfläche der Sonne gebracht, so würde jeder Theil desselben stärker drücken, d. i. die **Intensität** der Schwere würde zunehmen. Hiebey ist Intensität eben das, was man sonst beschleunigende Kraft nennt, s. **Kraft, beschleunigende**.

Wenn man die Oberfläche und Länge eines isolirten Leiters vergrößert, so wird er dadurch in Stand gesetzt, aus andern elektrisirten Körpern, oder aus der Maschine, mehr Elektricität, als vorher, anzunehmen und wieder zu entlassen. Man erhält aus ihm stärkere Funken u. s. w.; aber diese Verstärkung der Wirkungen, welche blos von Ver-

größerung der wirkenden Fläche abhängt, ist keine Verstärkung der Intensität. Wird aber ein Leiter, ohne Vergrößerung seiner Länge und Fläche, in Stand gesetzt, weit mehr Elektricität, als sonst, anzunehmen, ohne daß sie eine merkliche Wirkung äußern kan, wie z. B. bey der Ladung der Leidner Flasche, beym Condensator der Elektricität, so sagt man: die **Intensität** sey geschwächt. Bey der Entladung, Aufhebung des Deckels vom Condensator u. s. w. werden die Ursachen, welche vorher die Intensität schwächten, aufgehoben, das natürliche Vermögen zu wirken, kehrt zurück, und es erfolgen nunmehr desto stärkere Wirkungen.

Von entgegengesetzten Kräften, welche auf einerley Masse oder Raum wirken, schwächt eine jede der andern Intensität. Werden sie von einander getrennt, so kehren ihre Intensitäten unvermindert zurück, und äußern die ihrer Größe gemäßen Wirkungen.

Jovilabium, s. Nebenplaneten.

Irrlichter, Irrwische, Ignes fatui, Ambulones, *Feux follets*. Flammen oder Lichter von verschiedenen Größen, die man nicht weit vom Boden, vornemlich über sumpfigen Orten, Mooren, Kirchhöfen, Schindangern u. dgl. in der Luft schweben und sich hin und her bewegen sieht. Bisweilen erscheinen deren zwey, drey oder noch mehrere zugleich. Am öftersten werden sie in den warmen Ländern im Sommer und zu Anfange des Herbsts, gleich nach Sonnenuntergange gesehen. Die gewöhnlichen haben die Größe einer Lichtflamme; die größern heißen **Irrwische**, und sollen in der Gegend um Bologna, wo sie überhaupt, wie in verschiedenen Gegenden von Spanien und Aethiopien, sehr häufig sind, bisweilen eine Höhe von 12 Fuß erreichen.

Es ist sonderbar, daß wir von den Irrlichtern, deren doch so oft gedacht wird, noch keine genauere Beschreibungen und Untersuchungen haben. **Dechales** (Mund. mathemat. To. IV.) erzählt zwar, **Robert Fludd** habe ein

Irrlicht verfolgt, zu Boden geschlagen, und eine schleimigte Materie, wie Froschleich gefunden. **Derham** (Philos. Trans. Vol. XXXVI no. 411.) führt an, er sey auf eines zugegangen, das um eine modernde Distel zu hüpfen geschienen, es sey aber vor ihm geflohen; und nach **Beccari** und **Hanov** (Physica dogmatica. To. II. p. 233.) soll ein Irrlicht eine italiänische Meile weit vor einem Reisenden hergegangen seyn. Wenn es wahr ist, was man hieraus gefolgert, und so oft nachgeschrieben hat, daß diese Lichter vor dem Verfolger fliehen und dem Fliehenden nachfolgen, so läßt es sich leicht aus der Bewegung der Luft erklären. Man hat auch gesagt, daß sie vor dem Fluchenden fliehen und sich dem Betenden nähern. Auch dies würde daraus zu erklären seyn, daß jener die Luft mit Heftigkeit von sich stößt, dieser aber mehr an sich ziehet. Der Aberglaube macht aus diesen Lichtern abgeschiedene Seelen oder böse Geister, welche die Reisenden irre führen, und selbst einige Physiker, z. B. **Cardan** (De varietate rerum L. XIV. c. 69.) und **Sennert** (Epitome natur. scient. Amst. 1651. 12. L. II. c. 2.) sprechen nicht vernünftiger davon.

Man kan bey diesem Mangel an guten Beobachtungen nichts weiter, als Muthmaßungen, über die Natur und Ursache der Irrlichter vorbringen. Vielleicht entstehen sie, oder einige Arten von ihnen, durch einen bey der Fäulniß erzeugten natürlichen Phosphorus, so wie bekanntlich faule Fische, faules Fleisch, faules Holz u. dgl. im Dunkeln leuchten (*Newtoni* Optic. L. III. qu. 10.).

Vielleicht können leuchtende Insekten, entweder einzeln oder in ganzen Klumpen, zu Zeiten dergleichen Erscheinungen nachahmen, ob es gleich unwahrscheinlich ist, daß nach **Willoughby**, **Ray** und **Vallisneri** (Opp. To. I. p. 85.) alle Irrlichter von leuchtenden Insekten herrühren sollten.

Es ist auch möglich, daß an diesem Phänomen die Elektricität zuweilen einigen Antheil haben kan; wenigstens ist die Erscheinung selbst dem St. Elmusfeuer oder elektrischen Wetterlichte an den Spitzen der Körper (s.

Wetterlicht) nicht unähnlich, und unterscheidet sich blos durch ihre Beweglichkeit. Eine höchst merkwürdige hieher gehörige Begebenheit, welche gewiß elektrisch war, erzählt Herr von Trebra (Beyträge zu den elektrischen Erscheinungen, im teutschen Merkur, October 1783.). Am 5ten September 1783 Abends um 10 Uhr erschien zu Zellerfeld ein Schein einer rothen Gluth am Himmel, der bald stärker, bald schwächer und blässer ward, und nach einigen Minuten wieder aufhörte. Bald darauf schossen wieder von Abend her matte Flammen, wie beym Nordlichte, nur weit tiefer in der Atmosphäre, auf, die immer lichter wurden und näher kamen, bis augenblicklich Hrn. v. Tr. ganzes Haus und alles um ihn her völlig hell ward. So flammte es einige Minuten, wie ein stehenbleibender Blitz, und zog dann in eine weitere Entfernung von etwa 500 Schritten hin, wo es so lange stand, daß er es hinlänglich beobachten konnte. Nahe an der Erde war das mehreste Licht, das sich ziemlich, wenigstens bis zum Orangefarbnen, röthete. Sein Umfang mochte etwa 20 Schritte seyn, und auf diesem war alles so äußerst hell, daß man Kleinigkeiten auch in der Entfernung sehen zu können sich beredete. Von diesem Punkte aus stralte das immer schwächere gelbe, bis endlich, in noch mehr Entfernung von seinem Mittelpunkte an der Erde, ganz weisse Licht, mit bogenförmiger Erweiterung des Umfangs in die Höhe, und erleuchtete den herumstehenden dünnen Nebel zwar bis auf eine ziemliche Entfernung von der Erde, aber doch nicht ganz durch: denn oben drüber war wieder düstre Dunkelheit. So stand dieser lichtflammende Schweif ein Paar Minuten lang, dann rückte er schwingend in Abwechselung mit Dunkel weiter gegen Mittag hin, und zog, nachdem er auch hier einige Minuten gestanden hatte, in große Entfernung auf den Fleck, wo man ihn zuerst als ein Zeichen eines entfernten Feuers beobachtet hatte. Hier verschwand das Meteor, blickte aber nach einer halben Stunde wieder auf, und setzte dieses Spiel bis gegen 1 Uhr Nachts fort. Am Tage vorher war das Barometer sehr stark gefallen, und die Witterung kalt und regnicht gewesen.

Selbst während der Erscheinung regnete es, und der Wind gieng mäßig aus Abend. **Reimarus** (Vom Blitze, §. 100 und 168.) hält die Irrlichter und Irrwische darum nicht für elektrisch, weil ihr Licht zu matt sey: auf das eben beschriebene Meteor aber läßt sich dieser Schluß nicht anwenden.

Volta (Lettere sull' aria inflammabile nativa delle paludi, Como, 1776. 8.) erklärt die Irrlichter für Erscheinungen der aus sumpfigen Orten aufsteigenden brennbaren oder Sumpfluft, welche durch ihre Vermischung mit atmosphärischer Luft einer Entzündung fähig wird, und bey vielen Versuchen, durch den elektrischen Funken entzündet, eine bläuliche Flamme giebt, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich ist, s. **Gas, brennbares**. Dieser Erklärung, welche bey vielen Physikern Beyfall gefunden hat, steht nur das entgegen, daß die Irrlichter blos zu leuchten, nicht wirklich zu brennen scheinen, und daß man sich Blitze oder elektrische Funken hinzudenken muß, welche die aus den Sümpfen emporsteigenden Ströme von Gas entzünden. Mir bleibt es daher allemal wahrscheinlicher, daß die gewöhnlichen Irrlichter Wirkungen einer durch die Fäulniß erzeugten phosphorescirenden Materie sind. Vielleicht werden einst genauere Beobachtungen dieses Meteors selbst, und Untersuchungen über die phosphorescirenden Gasarten (s. **Gas, phosphorisches**) mehr Licht über diesen noch sehr dunkeln Gegenstand verbreiten.

Die **brennenden Irrwische**, welche **Musschenbroek** (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2508.) unter dem Namen Ambulones incendiarii anführt, dergleichen nach dem **Tacitus** (Annal. L. XIII.) ehedem in der Gegend von Lüttich, und nach neuern Nachrichten in Holstein, Frankreich und Italien, Häuser angezündet und Verwüstungen angerichtet haben sollen, gehören nicht hieher, und sind allem Ansehen nach Erdbrände oder Ausbrüche eines unterirdischen Feuers gewesen.

van Musschenbroek Introd. in philos. nat. To. II. §. 2507.
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 757.

Irrsterne, s. Planeten.
Irrwische, s. Irrlichter.

Isochronisch, Isochrona, *Isochrones*. Diesen Namen giebt man Wirkungen, welche von gleich langer Dauer sind, oder in gleich langen Zeiten erfolgen. So sind die Schwingungen eines Pendels isochronisch, wenn das Pendel selbst einerley Länge behält, und die Bogen, durch die es schwingt, gleich groß bleiben. Diese Eigenschaft der Wirkungen oder Erscheinungen heißt ihr **Isochronismus**.

Unter isochronisch-paracentrischen **Linien** versteht man in der höhern Mechanik diejenigen Curven, in welchen ein Körper, von einer gegebnen Kraft getrieben, sich einem gegebnen Punkte in gleichen Zeiten gleich viel nähert, oder von demselben entfernt. Für die freye Centralbewegung ist die hyperbolische Spirallinie eine solche Curve, in welcher ein Körper läuft, wenn sich die Centripetalkraft verkehrt, wie der Würfel der Entfernung vom Mittelpunkte, der Kräfte verhält. **Leibnitz** (Act. Erud. Lipſ. 1689 p. 195.) hat die Fragen von diesen Linien zuerst in die Mechanik eingeführt, nachdem er sie schon 1687 dem Abt **Catelan**, einem Vertheidiger der cartesianischen Physik, aufgegeben hatte. Sie heißen auch Curvae accessus et recessus aequabilis, und **Euler** handelt von ihnen im zweyten Theile seiner Mechanik (Prop. 28 — 30.).

Isoliren, Insulare, Corporibus idioelectricis circumdare, *Isoler*. Einen Körper **isoliren**, heißt, ihn mit lauter Nicht-leitern der Elektricität umringen, und von allen leitenden Verbindungen mit dem Erdboden ausschließen. Da die reine und trockne Luft ein Nicht-leiter ist, so ist ein in ihr schwebender Körper, z. B. eine Pflaumfeder, schon an sich isolirt. Eine Metallstange, die in reiner und trockner Luft an seidnen Schnüren hängt, auf einem gläsernen Fuße steht, u. dgl. ist isolirt, weil sie nichts als Luft und Seide oder Glas, mithin lauter Nichtleiter, berührt. So wird ein Mensch isolirt, wenn er sich

auf einen Harz- oder Pechkuchen stellet. In feuchter mit Dünsten angefüllter Luft kan man keinen Körper gehörig isoliren, daher auch in ihr die elektrischen Versuche sehr schlecht von statten gehen.

Die Absicht des Isolirens ist, zu verhüten, daß der Körper die Elektricität, die er schon hat, oder die man ihm erst mittheilen will, nicht weiter abgebe, welches geschehen würde, wenn er mit mehrern Leitern, und durch diese mit der Erde zusammenhienge. Daher muß z. B. der **erste Leiter** oder Hauptconductor, in welchem man die durch eine Maschine erregte Elektricität sammeln will, jederzeit isolirt seyn. Wenn man einem Menschen, z. B. einem Kranken, Elektricität mittheilen will, so muß man ihn vorher isoliren.

Zu mehrerer Bequemlichkeit beym Isoliren dienen die **isolirenden Stative** oder **Sessel** (Insulatoria, *Isoloirs*). Dazu gebraucht man Fußbrete mit Glasfüßen, Pech- oder Harzkuchen (*gâteaux électriques*), Stative, welche auf Glassäulen oder Siegellackstangen stehen, Sessel von gedörrtem und in heißem Oel getränktem Holz u. dgl. Im Nothfall kan das erste beste, was zur Hand ist, z. B. eine Trinkglas, ein Porcellantasse u. dgl. zum Isoliren der darauf gestellten Körper dienen. Die Hauptleiter der Elektrisirmaschinen werden gewöhnlich auf Glasfüße gestellt, oder in seidnen Schnüren aufgehangen. Um Menschen zu isoliren, ließ **Nollet** auch Schuhe von gedörrtem und in Oel gesottenem Holze anziehen, welche dazu sehr gute Dienste thaten. Alle diese zum Isoliren bestimmten Geräthschaften müssen sehr trocken gehalten werden, weil alle anhängende Feuchtigkeit leitet, und daher ihrer Absicht entgegen ist. Man thut also wohl, wenn man die gläsernen Theile des Apparats mit einer Siegellackauflösung in Weingeist bestreicht, wodurch sie sich nicht nur rein und trocken erhalten, sondern zugleich ein gutes Ansehen bekommen.

Gewisse Absichten bey den elektrischen Versuchen erfordern, daß man nicht isolire, oder daß die Isolirung, wenn sie schon veranstaltet ist, wieder aufgehoben werde. Eine

Flasche z. B., welche man laden will, darf nicht isolirt seyn. Wenn eine Glasmaschine den Conductur stark positiv elektrisiren soll, so darf das Kissen nicht isolirt seyn, u. s. w. Um nun eine vorher veranstaltete Isolirung sogleich aufzuheben, darf man nur eine metallne Kette von dünnem Drath um den Körper schlingen, und ihr Ende auf den Fußboden fallen lassen. So wird der Körper durch eine leitende Verbindung mit dem Fußboden, welcher stets Feuchtigkeit genug hat, und durch diesen mit den übrigen Theilen des Gebäudes und mit der Erde selbst, verbunden. Um die Isolirung wieder herzustellen, ist nichts weiter nöthig, als die Kette entweder ganz abzunehmen, oder nur zu verhindern, daß ihr Ende den Boden und andere Leiter nicht mehr berühre.

Julianisches Jahr, s. **Jahr**.
Julianischer Kalender, s. **Kalender**.
Julianische Periode, s. **Periode**.

Jupiter, Iupiter, *Iupiter*. Diesen Namen führt einer von den sechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixsternen täglich verändern, und deswegen Irrsterne oder Planeten heißen, s. **Planeten**. Jupiter ist unter diesen Sternen, nächst der Venus, der hellste und glänzendste, scheint mit einem weißen lebhaften Lichte, und fällt besonders, wenn er der Sonne gegenüber steht, und um Mitternacht durch den Mittagskreis geht, wegen seiner Größe und seines Glanzes sehr prächtig in die Augen. Unter den Fixsternen rückt er, wie alle übrige Planeten, von Abend gegen Morgen so fort, daß er, wenn er bey der Sonne steht, am schnellsten forteilt, wenn er aber derselben fast gegenüber gesehen wird, still steht, und endlich über 100 Tage lang zurückgeht. Mit diesen Abwechselungen seines scheinbaren Laufs vollendet er endlich den Umlauf um den ganzen Himmel ohngefähr in zwölf Jahren. Von diesem scheinbaren Umlaufe aber ist seine wahre Bewegung sehr weit unterschieden.

Nach dem, was die theorische Astronomie von dem Laufe der Himmelskörper lehrt, ist **Jupiter** einer von den

obern Planeten, welche von der Sonne weiter, als die Erde, entfernt sind, und deren Bahnen die Erdbahn umschließen. Er ist in der Ordnung, von der Sonne ausgerechnet, der fünfte Planet, und seine Bahn fällt zwischen die Bahnen des Mars und Saturs. Sie ist, wie alle Planetenbahnen, elliptisch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 1° 19′ 26″.

Die Eccentricität der Jupitersbahn ist indeß nicht sehr beträchtlich. Sein größter Abstand von der Sonne verhält sich zum kleinsten etwa, wie 11 zu 10. In seinem mittlern Abstande ist er von der Sonne 5,201 mal weiter, als die Erde, entfernt. Will man also mit ohngefähren Vorstellungeu zufrieden seyn, so kan man die Bahn des Jupiters als einen Kreis ansehen, dessen Halbmesser fünfmal größer ist, als der Halbmesser der Erdbahn.

Diese Bahn durchläuft der Planet in 4330 Tagen, 8 Stunden, 58 Min. 27 Sec. oder in ohngefähr 11 Jahren 315⅓ Tagen, so, daß er im Durchschnitt genommen, jährlich 30° 20′ 31″ und täglich 4′ 59″ 16‴ seines Kreises zurücklegt. Nimmt man hiezu die Größe dieses Kreises, so läßt sich berechnen, daß er in jeder Zeitsecunde 3 Stunden Weges durchläuft.

Aus den Bewegungen seiner Flecken oder Streifen hat **Cassini** geschlossen, daß er sich binnen 9 Stunden 56 Min. um seine Axe drehet, wobey sein Aequator mit der Ebne seiner Bahn um die Sonne einen Winkel von 3° macht. Diese schnelle Umdrehung bey seiner beträchtlichen Größe, wobey jeder Punkt seines Aequators in einer Zeitsecunde 6550 Toisen durchläuft, hat ihm eine starke Abplattung gegeben, welche durch gute Fernröhre in die Augen fällt. Aus **Short's** Beobachtungen giebt **de la Lande** (Astr. L. XX. 3221.) das Verhältniß der Axe zum Durchmesser des Aequators, wie 13:14 an.

Sein scheinbarer Durchmesser beträgt in der Erdnähe, wenn er der Sonne gegenüber steht, 49″ in den mittlern Weiten aber nur etwa 37″. In derjenigen Entfernung, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, würde er 5,20mal größer, d. i. 3′ 13″, 7 groß, erscheinen. In eben dieser Wei-

te aber erscheint der Durchmesser der Sonne 31′57, d. i. fast 10mal größer. Man kan hieraus schließen, daß Jupiter im Durchmesser fast 10mal kleiner, als die Sonne, mithin ohngefehr $11\frac{1}{4}$mal größer, als die Erde sey.

Sein körperlicher Raum ist dennoch 1479mal so groß, als der Inbegrif der Erdkugel. Aus Schlüssen, deren Grund bey dem Worte: **Gravitation** erklärt worden ist, findet man, daß die Körper in gleicher Entfernung 340mal stärker gegen den Jupiter gravitiren, als gegen die Erde, und daß er also 340mal mehr Masse, als letztere, hat. Mithin ist seine Dichte nur $\frac{340}{1479}$ oder etwa $\frac{21}{100}$ von der Dichtigkeit der Erde, und die schweren Körper fallen auf seiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{340}{11,25^2}.15$ d.i. ohngefähr durch 40 Fuß.

Wenn man den mittlern Abstand der Erde von der Sonne (welcher etwa 12000 Erddurchmesser beträgt) in 1000 Theile theilt, so ist Jupiter in der Sonnennähe um 4950, und in der Sonnenferne um 5452 solcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinster Abstand von uns findet statt, wenn er der Sonne entgegengesetzt, zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist; alsdann beträgt dieser Abstand 4950 − 1017 = 3933 solcher Theile. Sein größter Abstand hingegen ist, wenn er bey der Sonne gesehen wird, und in der Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne ist; dieser Abstand beträgt 5452 + 1017 = 6469 Theile, wovon jeder 12 Erddurchmesser enthält. Jupiters kleinster Abstand von uns verhält sich also zum größten fast wie 40 : 65, d. i. wie 8 zu 13, daher auch sein Durchmesser bald größer, bald kleiner scheint.

Sein mittlerer Abstand macht 5201 Theile, oder 62413 Erddurchmesser aus.

Da Jupiter von außen um die Erdbahn umläuft, also nie zwischen die Sonne und Erde kömmt, auch allezeit viel weiter von uns absteht, als die Sonne, so wendet er niemals einen Theil seiner dunkeln Seite gegen uns, und man kan an seiner Scheibe kein Ab- und Zunehmen bemerken.

Dennoch beweisen andere Erscheinungen, z. B. die Verfinsterungen seiner Monden, deutlich, daß er an sich ein dunkler Körper sey, und blos von der Sonne erleuchtet werde.

Den Jupiter begleiten vier kleine um ihn laufende Sterne, welche seine **Trabanten** (Satellites Jovis) oder **Monden** genannt werden, f. **Nebenplaneten.**

Die Fernröhre zeigen auf der Oberfläche dieses Planeten **Streifen** oder **Banden** (Fascias) von veränderlicher Gestalt und Lage. Sie sind mehrentheils mit einander, und mit dem Aequator der Umdrehung gleichlaufend. Ihre Anzahl ist unbestimmt; man hat ihrer zuweilen acht, zuweilen nur einen einzigen gesehen. Gewöhnlich zeigen sich drey Streifen, wovon der eine, den man immer sieht, etwas breiter ist, als die übrigen. Dieser Streif geht durch die nördliche Helfte der Jupitersscheibe, ganz nahe am Durchmesser hin. Die Veränderungen dieser Streifen sind vornämlich von **Cassini** und **Maraldi** (Anciens mémoires de l'Acad. des Sc. To. II. p. 104. To. X. p. 1. 513. 707. Mém. de l'Acad. 1699, 1708, 1714.) sehr sorgfältig beobachtet worden. Neuerlich hat sie Herr Oberamtmann **Schröter** in Lilienthal bey Bremen (Beyträge zu den neusten astronom. Entdeckungen, herausg. von **Bode**, Berlin, 1788. 8.) durch ein 7füßiges Herschelsches Teleskop mit 140—210 facher Vergrößerung beobachtet. Er hält sie für abwechselnde Verdickungen und Aufheiterungen in der Atmosphäre des Jupiters, welche sich aus einem beständigen Zuge in derselben erklären lassen. Ihre Umdrehungsperiode ist veränderlich, und fällt zwischen die Grenzen von 7 St. 7 Min. und 9 St. 56 Min. Sie verändern also ihre Stellung gegen die Oberfläche des Jupiters, und gehen schneller fort, wenn der erwähnte Zug in seiner Atmosphäre stärker ist. Außer diesen Streifen sieht man auch dunkle und helle Flecken auf der Scheibe des Jupiters.

Die Astronomen bezeichnen diesen Planeten mit ♃.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde ꝛc. Berlin, 1778. 8. an mehreren Stellen.

Jupitersmonden, f. Nebenplaneten.

K.

Kälte, Frigus, *Froid.* Kälte nennen wir einen geringen Grad der freyen oder fühlbaren Wärme, oder auch die Empfindung, welche in uns entsteht, wenn wir Körper berühren, die weniger solche Wärme enthalten, als unser eigner Körper, und die daher den letztern etwas von seiner Wärme entziehen, s. **Wärme**. Es ergiebt sich hieraus, daß der Begrif von Kälte blos relativ sey, und daß wir einen Körper nur in Vergleichung mit andern wärmern kalt nennen. So ist das Eis in unsern Ländern kalt in Vergleichung mit dem noch flüßigen Wasser oder mit der Temperatur des menschlichen Körpers: hingegen ist es warm in Vergleichung mit dem Eise der Polarländer. So scheint uns oft die Luft nach schwülen Sommertagen durch ein Gewitter sehr abgekühlt, ob sie gleich noch eine Temperatur hat, die wir sehr warm finden würden, wenn wir sie mitten im Winter fühlten.

Da wir die Ursache der Wärme in einer eignen Materie suchen, s. **Feuer**, so ist es sehr natürlich, die Kälte für eine Wirkung des Mangels und der Entziehung dieser Materie oder der vorher wirksamen fühlbaren Wärme zu erklären. Hieraus lassen sich auch alle Erscheinungen begreiflich machen, ohne daß man nöthig hat, mit der Schule des Gassendi die Kälte für etwas Positives anzunehmen, und von einer eignen **kaltmachenden Materie** herzuleiten, von deren Daseyn wir keine Erfahrung haben, und die man, wenn sie zu Erklärung des Gefrierens unentbehrlich wäre, eben sowohl auch zu Erklärung des Erhärtens geschmolzner Metalle nöthig haben müßte.

Die gänzliche Beraubung aller Wärme würde Körper in einen Zustand versetzen, den man die **absolute Kälte** nennen könnte. In der Natur ist ein solcher Zustand nicht anzutreffen, weil die immer vorhandene freye Wärme sich durch alle Körper mit einer gewissen Gleichförmigkeit zu verbreiten strebt, s. **Wärme**.

Die Wirkungen der Kälte sind den Wirkungen der Wärme entgegengesetzt. So, wie diese die Körper aus-

dehnt, und bey einem bestimmten Grade ihrer Stärke in den flüßigen Zustand versetzt; so bewirkt dagegen die Kälte Zusammenziehung des Volumens, und verwandelt flüßige Körper in feste Massen, s. **Thermometer, Gefrierung.** Feste Körper, selbst die härtesten, z. B. Metalle, Steine, sogar der Diamant, werden durch die Kälte in einen engern Raum zusammengezogen. Dem Wasser und vielen andern Liquoren widerfährt eben dieses, bis zu dem Punkte ihrer Gefrierung; sobald sie aber diesem nahe kommen, weichen sie auf einmal von der Regel ab, und dehnen sich, indem sie fest werden, sehr merklich aus. Diese Ausdehnung aber scheint mehr eine Folge gewisser begleitenden Umstände, als eine unmittelbare Wirkung der Kälte zu seyn, s. **Gefrierung** Oele, Fettigkeiten, Wachs und geschmolzene Metalle werden durch die Kälte, selbst beym Gestehen, noch zusammen gezogen: nur das Eisen macht eine Ausnahme, indem es sich während seines Ueberganges aus dem flüßigen Zustand in den festen ausdehnet, welches auch der Schwefel und das rohe Spießglas thun, dagegen sich das Quecksilber beym Gefrieren auf einmal ungemein stark zusammenzieht.

Die Dämpfe, oder die vom Feuer aufgelößten flüßigen Materien, werden durch die Kälte oder Entziehung des Feuers verdichtet, und in ihrer vorigen tropfbaren Form niedergeschlagen, in welcher sie auch, wenn die Kälte dazu hinreichend ist, gefrieren: die Gasarten hingegen werden durch die Kälte zwar in engere Räume zusammen gezogen, nie aber ihrer elastischen Form beraubt, und eben dies ist das Hauptkennzeichen, wodurch sich diese beständig elastischen Materien von den Dämpfen unterscheiden.

Kälte wird, der oben gegebnen Erklärung gemäß, durch jede Verminderung der freyen Wärme hervorgebracht, es mag nun diese Verminderung durch Abwesenheit oder Schwächung der Wärme erregenden Ursachen, oder durch Bindung der freyen Wärme, oder endlich durch Mittheilung derselben an andere Körper entstehen. So macht die Abwesenheit oder das schiefere Auffallen der Sonnenstralen die Luft und die Erde in der Nacht kälter, als am Tage,

im Winter kälter, als im Sommer; so entsteht durch Bindung oder Verwendung freyer Wärme eine oft sehr beträchtliche Kälte bey gewissen Auflösungen, Ausdünstungen u. dgl.; so wird durch Mittheilung seiner Wärme ein Körper abgekühlt, wenn ihn andere kältere berühren oder umgeben. Durch diese Mittel entsteht Kälte entweder ohne Zuthun der Menschen, oder durch geflissentliche Veranstaltungen; worauf die Eintheilung der Kälte in **natürliche** und **künstliche** beruht. Da von der letztern der folgende Artikel handeln wird, so ist hier nur noch etwas weniges von der natürlichen Kälte hinzuzusetzen.

Viele Länder und Gegenden sind ihrer Lage wegen weit kälter als andere, die mit ihnen unter einerley geographischer Breite liegen, und also den Sonnenstralen in gleichem Maaße ausgesetzt sind. Ueberhaupt ist ein Ort desto kälter, je höher er über der Meeresfläche liegt; daher denn selbst in Peru, mitten in der heißen Zone, die Gipfel vieler Berge mit beständigem Schnee und Eis bedeckt bleiben. Man erklärte sonst diese kältere Temperatur hoher Orte daraus, daß sich die dünnere Luft daselbst nicht stark erwärmen ließe, und daß der größte Theil der Wärme von den von der Erdfläche zurückgeworfenen Sonnenstralen herrührte, welche die höhern Gegenden des Luftkreises nur in geringer Menge erreichten. Aber Herr **de Lüc** (Briefe über die Gesch. der Erde, Th. II. S. 491. u. f.) zeigt aus Beobachtungen des Herrn **Pictet** in Genf, daß die Wärme des Erdbodens, und die Reflexion der Sonnenstralen sehr wenig Einfluß auf die Wärme der Luft haben, daß vielmehr die Einwirkung der Sonnenstralen auf die Luft nicht allein von der Dichte der Luft, sondern auch von der Natur der Luftschichten und von der Menge der Feuermaterie, die sie enthalten, abhänge; weil z. B. die untere Luft, wenn sie viel Dünste in sich hält, sich unter gleichen Umständen stärker erwärmen läßt, als wenn sie rein ist. Dennoch leitet **Kirwan** (An Estimate of the temperature of different latitudes. London, 1787. 8.) den größten Theil der Wärme des Luftkreises von der Berührung und Mittheilung des Erdbodens her, wobey die Kälte auf den Bergen

desto begreiflicher wird, da die Sonne jede Seite der Berge nur wenige Stunden lang und mit sehr schief auffallenden Stralen bescheint, auch die hervorgebrachte Wärme sich an den Bergspitzen, welche von allen Seiten her mit Luft umringt sind, weit schneller, als im platten Lande, zerstreut. Starke und weit ausgebreitete Waldungen machen die Länder vorzüglich kalt, weil das Eis wegen der vielen Schatten später aufthauet. Auch die Winde haben einen merklichen Einfluß auf die Kälte der Luft, wenn sie, wie bey uns die Nordwinde, Luft aus kältern Erdstrichen in unsere Gegenden überführen.

Die stärksten Grade der Kälte in unsern Ländern erstrecken sich nicht sehr weit unter die Null des fahrenheitischen Thermometers (— 15 Grad nach Reaumür). In dem sehr harten Winter des Jahres 1740 war der tiefste Stand des Thermometers zu Wittenberg — 10 Grad, und zu Danzig — 12⅔ Gr. nach Fahrenheit. Weit stärkere Grade der Kälte findet man in Sibirien zum Theil an Orten, deren geographische Breite nicht viel größer ist, als die für unsere Länder. Folgende Beyspiele hievon sind aus der in Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre §. 761 befindlichen Tabelle genommen.

Ort	Nördl. Breite	Zeit der Beob.	Fahrenh. Grade
Kirinskoi Ostrog in Sibirien	57° 47′	— 1737, 8 Dec.	— 112
— —	—	— 1738, 20 Jan.	— 118
Torneå in Lappland —	65° 51′	— 1737 —	— 42⅔
— —	—	— 1760 5 Jan.	— 130
Tomsk in Sibirien —	—	— 1735. —	— 138⅘
Kirenga —	—	— 1738. —	— 150
Jeniseisk —	—	— 1735, 16 Jan.	— 157

Ich kan jedoch nicht umhin, zu bemerken, daß fast alle diese Beobachtungen verdächtig sind, weil sie den neusten Entdeckungen zufolge den wahren Gefrierpunkt des

Quecksilbers übersteigen, wobey dieses Metall aufhört ein richtiges Maaß für die Unterschiede der Temperatur zu seyn, und weit stärker zusammen gezogen wird, als seinem regelmäßigen Gange nach geschehen sollte, s. Gefrierung. Nach **Hutchins** Beobachtungen in der Hudsonsbay sank das Weingeistthermometer nie unter — 46°, wenn auch die Quecksilberthermometer — 300 bis fast — 500° zeigten.

Man wird übrigens noch vieles hieher gehörige unter den Artikeln: **Eis, Frost, Gefrierung, Klima, Wärme**, antreffen.

Kälte, künstliche, Frigus artificiale, factitium, *Froid artificiel.* Man kan zwar diesen Namen einer jeden durch Menschen veranstalteten Abkühlung oder Entziehung der Wärme beylegen: er wird aber insgemein nur von denjenigen Erkältungen gebraucht, die man durch Auflösungen oder Vermischungen gewisser Substanzen, ingleichen durch Ausdünstung, hervorbringt.

Wenn man Kochsalz, Salpeter oder Salmiak in einer hinreichenden Menge Wasser auflöset, so wird das Gemisch während der Auflösung merklich kälter, und ein hineingesetztes Thermometer sinkt bis unter den Gefrierpunkt, wenn das Wasser schon vorher kalt genug war. Nach Reaumür's Versuchen (Mém. de l'acad. roy. des sc. 1734.) erkältete ein Pfund Salz in 3 - 4 Pinten Wasser geschüttet, das letztere um 4 - 6 reaumürische Grade. Die Auflösung selbst gefrieret nicht, wenn gleich ihre Temperatur unter dem Eispunkte steht: setzt man aber ein gläsernes Gefäß mit reinem Wasser in dieselbe, so kan man letzteres, wenn es schon an sich kalt ist, gar leicht zum Gefrieren bringen. Diese Kälte aber verliert sich wieder, wenn das Salz völlig aufgelößt ist.

Weit stärker ist die Wirkung, wenn man diese Salze mit Schnee oder geschabtem Eise vermischet. Dabey zerschmelzt zwar das Eis zu Wasser, worinn sich das Salz auflößt, es entsteht aber zugleich eine so beträchtliche Erkältung, daß man auf diese Art das in die Mischung gesetzte reine Wasser, selbst im Sommer, und sogar über dem

euer, in Eis verwandeln kan. Diese Erscheinungen sind
hon von Boyle untersucht, und mit vielen Erfahrungen
stätiget worden. Nach Reaumür brachten 2 Theile
ochsalz mit 4 Theilen geschabten Eises, selbst in den wärm-
en Tagen, das Weingeistthermometer auf – 15°; Sal-
iak und Salpeter auf — 13° und — 11°, Steinsalz (Sal
emmae) und Potasche auf 17°. Fahrenheit nahm die
urch Schnee und Salmiak hervorgebrachte Kälte zum fe-
en Punkte seines Thermometers an. Aber auch diese
älte dauert nur so lang, als die Auflösung währet.

Die höchsten Grade der künstlichen Kälte werden her-
orgebracht, wenn man Eis oder Schnee mit den aus den
alzen gezognen sauren Geistern vermischt. Salpetergeist,
er schon bis zum Eispunkte erkältet ist, auf doppelt soviel
dem Gewichte nach) Eis oder Schnee gegossen, treibt
as Thermometer sehr schnell auf — 19°. Erkältet man
ber die zu mischenden Materien vorher stärker, so werden
e bey der Vermischung selbst eine noch weit größere Er-
ältung bewirken. Durch dieses Mittel trieb Fahrenheit
ie künstliche Kälte bis zu — 40° seines Thermometers
s. *Boerhave* Elem. Chym. de igne, Exp. IV. Coroll. 3.),
nd die petersburgischen Akademisten bedienten sich dessel-
en zu Hervorbringung der Kälte, bey welcher sie das
Quecksilber zuerst gefrieren sahen. Nach den neuesten hier-
ber angestellten Versuchen (An account of experiments
nade by Mr. *Iohn M' Nab* at Henley-House, Hudsons-
ay relating to freezing mixtures, by *Henry Cavendish*.
London, 1786. 4.) bewirkt die Vitriolsäure die größte
Kälte; nächstdem der rauchende Salpetergeist, gemeines
Kochsalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im ge-
ingste Grade. Wird der Schnee der concentrirtesten
Salpetersäure sehr allmählig beygemischt, so entsteht an-
änglich allemal eine Wärme, ehe die Kälte erfolgt. Eine
iluirte Salpetersäure aber giebt, auch allmählig mit dem
Schnee verbunden, sogleich Kälte.

Auch geistige Liquoren schmelzen Eis und Schnee, wenn
ie darauf gegossen werden, und erzeugen dabey eine künst-
iche Kälte. Eben dies thun die flüchtig alkalischen, z. B.

der Salmiakgeist ꝛc. Die Oele schmelzen zwar das Eis; aber da sie sich nicht mit dem daraus entstehenden Wasser vermischen, so erzeugen sie auch dabey keine neue Kälte. Hierüber haben schon **Geoffroy** (Mém de l'acad. des Sc. 1727. 1728.) und **Musschenbroek** (Experimenta varia circa mixturas cum aqua, spiritu vini, aqua forti etc. instituta, in den Tentam. Acad. del Cimento, Lugd. Bat. 1731. 4.) viele Versuche bekannt gemacht. Auch Auflösungen von Laugensalzen in Säuren, z. B. von 2 Theilen Salmiak in 3 Theilen Vitriolsäure, geben Kälte. Es brauset zwar die Mischung auf, und sendet warme Dämpfe aus, in denen das Thermometer um einige Grade steigt. Setzt man aber die Kugel des Thermometers in die brausende Mischung selbst, so fällt es fast um eben so viel Grade tiefer.

Die Grundlage zu allen Versuchen dieser Art gab **Boyle's** vortrefliche Schrift über die Kälte (Hist. experimentalis de Frigore. Lond. 1665. 4.), worinn er schon die Wirkungen der Salze und sauren Geister beym Schmelzen des Eises nnd Schnees bekannt machte. Bald darauf zeigte er in einer andern Schrift (A new frigorific experiment etc. in Philos. Trans. no. 15.), daß sich auch durch bloße Auflösung des Salmiaks im Wasser eine sehr beträchtliche Kälte hervorbringen lasse. **Fahrenheit** erfand 1729 die Methode, nach einer schon vorhergegangenen Erkältung des gestoßenen Eises durch neuen hinzugegoßnen Salpetergeist die Kälte noch mehr zu verstärken; **Reaumür** bestimmte endlich die hervorgebrachten Grade der Kälte selbst, wozu es Boyle'n nur an einer bestimmten Eintheilung des Thermometers gefehlt hatte.

Man hat zu Erklärung dieser Phänomene nicht nöthig, mit **Ramazzini**, **Musschenbroek**, **Richmann** u. a. eine kaltmachende Materie in den Salzen anzunehmen, da sich alles aus mehreren andern Vorstellungsarten herleiten läßt. Die Entstehung der Kälte rührt offenbar von der Auflösung her. Ist das Eis und Salz so trocken, daß bey der Mischung nicht Feuchtigkeit genung vorhanden ist, um das Salz aufzulösen, so entsteht auch keine größere

Kälte; nimmt man aber statt des trocknen Salzes Salzgeist, so erhält man die Kälte augenblicklich. Auch dauert dieselbe nur so lang, als Auflösung vorgeht; ist diese vorüber, so nimmt das Gemisch allmählig die Temperatur der Luft wieder an. Aus diesem Grunde sagen diejenigen, welche die Wärme blos für eine schwingende Bewegung halten, es werde diese Bewegung durch die Auflösungen der Salze geschwächt; andere erklären die Sache so, daß die Auflösung, bey welcher sich die vermischten Materien aufs innigste durchdringen, einen Theil des Elementarfeuers aus dem Wasser treibe, daher auch die Luft um eine solche Auflösung wärmer, als vorher, werde. Da aber bey weitem nicht alle Auflösungen Kälte erregen, so ist wohl folgende Erklärung die natürlichste und wahrscheinlichste.

Bey gewissen Auflösungen, besonders solchen, welche mit einer Schmelzung des Eises oder Schnees begleitet sind, wird zu Bewirkung der Auflösung und zum Flüßigwerden der vorher festen Körper, ein Theil Feuermaterie oder Wärme erfordert. Dieser kan, so lang er hierauf verwendet wird, natürlich nichts weiter bewirken; folglich wird mehr Wärme **gebunden**, oder es entsteht ein größerer Mangel an wirksamem Feuer, an **freyer Wärme**, welcher Mangel nichts anders, als **Kälte** selbst, ist. Es entsteht dadurch gleichsam ein feuerleerer Raum, der sich mit dem Feuer des Gefäßes und der benachbarten Körper anfüllet, und dadurch das Fallen des Thermometers und die Empfindung der Kälte in der Hand bewirkt. Geschieht dieser Uebergang plötzlich, so kan dadurch selbst dem Quecksilber mehr Feuer entzogen werden, als es nöthig hat, um im flüßigen Zustande zu bleiben, zumal, wenn es schon vorher, wie bey kalter Witterung, einen großen Theil seines Feuerwesens verloren hatte. Dagegen giebt es andere Auflösungen, bey welchen Hitze entsteht, wenn nämlich das Gemisch nicht mehr so viel Feuer binden kan, als die vermischten Materien enthalten. Alles dieses beruht auf der verschiedenen Verwandschaft der Körper mit dem Feuer; daher es auch nicht befremden kan, daß z. B. Salpetergeist mit Wasser vermischt, eine Wärme, hingegen, mit Schnee

vermischt, Kälte hervorbringt.

Ein anderes Mittel, künstliche Kälte zu erzeugen, ist die **Ausdünstung**, zu deren Bewirkung ebenfalls Wärme, die vorher frey war, verwendet wird, s. **Ausdünstung** (dieses Wörterb. Th. I. S. 212.), **Erkalten**. Ein Thermometer, in Wasser eingetaucht und dann der freyen Luft ausgesetzt, fällt so lange, bis das Wasser ganz abgedunstet ist. **Richmann** (Tentamen explicandi phaenomenon paradoxum, scilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori descendere et ostendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis est, in Nov. Comm. Petrop. To. I. p. 290.) schreibt das erwähnte Phänomen den in der Luft schwebenden kaltmachenden Theilen zu, welche von dem an der Kugel des Thermometers hängenden Wasserhäutchen angezogen würden, und **von Mairan** (Diss. sur la glace, P. II. Sect. 2. cap. 8. 9.) sucht es von der Bewegung dieses Wasserhäutchens durch die Luft herzuleiten. **Cullen** (Von der Kälte, die durchs Ausdünsten flüßiger Sachen verursacht worden, in den neuen Edinburgischen Vers. Th. II. 1755.) ist der erste, der hiebey die Ausdünstung gesehen hat; **Baume** (Sur le refroidissement que les liqueurs produisent en s'evaporant in Mém. presentés, To. V. p. 405 et 425.) und **Cavallo** (Experiments relating to the cold produced by evaporation of various fluids in Phil. Trans. Vol. LXXI. P. II.) haben hierüber die besten Versuche angestellt. Das Eintauchen in Vitriolaether, welcher an der Luft sehr schnell verdünstet, thut hiebey die schnellste und stärkste Wirkung. **Cavallo** brachte durch dieses Mittel, mitten im Sommer, da das fahrenheitische Thermometer auf 64 Grad stand, dasselbe in 2 Minuten bis auf 3 Grad, d. i. 29 Grad unter den Eispunkt herab. Bey diesen Versuchen war es ein höchst merkwürdiger Umstand, daß das Wasser in einem auf diese Art behandelten Gefäß im Sommer oft erst fror, wenn das in selbigem stehende Thermometer schon 15 Grad unter dem Eispunkte stand, im Winter hingegen schon bey 2 Graden darunter. Vielleicht kan bey einer so plötzlichen Erkältung derjenige Theil

der Wärme, der die Flüßigkeit bewirkt, nicht so schnell von dem Körper losgemacht werden, daher die zu Bewirkung der Ausdünstung nöthige Wärme dem Quecksilber des Thermometers in stärkerm Maaße, als dem Wasser, worinn jenes stehet, entzogen wird.

Nach **Braun** (Nov. Comm. Petrop. To. X. übers. im neuen Hamburgischen Magazin, B. IV. S. 369. u. f.) und **Achard** (Beschäftigungen der Berliner naturforsch. Gesellschaft. B. 1. S. 112. u. f.) ist die Erkältung des Thermometers desto größer, je geschwinder die Verdünstung ist; in Oele und saure Spiritus getaucht, zeigt das Thermometer gar keine Erkältung, und in die letztern, wenn sie stark sind, vorzüglich in Vitrioloel, getaucht, fängt es in der Luft sogar an zu steigen, weil diese Spiritus die Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen, und sich damit erhitzen.

Unter der Glocke der Luftpumpe fällt das Thermometer, wenn man die Luft auszieht, um 2-3 Grad, kömmt aber bald wieder auf die Temperatur der Atmosphäre zurück, und steigt, wenn man die äußere Luft wieder hinzuläßt, noch um 2-3 Grade höher. Setzt man unter die Glocke ein Gefäß mit Weingeist, und senkt die Kugel des Thermometers in denselben ein, so fällt das Quecksilber beym Ausziehen der Luft um einige Grade, vorzüglich, wenn viel Luft aus dem Weingeiste geht; wenn man alsdann das Thermometer heraus und in den obern Theil der Glocke aufzieht, so fällt es sehr schnell um 8-9 Grade, offenbar darum, weil in der äußerst verdünnten Luft die Ausdünstung sehr schnell und stark von statten geht. Hieher gehört auch der im ersten Theile dieses Wörterbuchs (S. 213.) erwähnte Versuch des D. **Franklin**.

Das Anblasen frischer Luft befördert die Ausdünstung, und vermehrt die dadurch erzeugte Kälte; daher sich Herr **Achard** bey seinen neusten Versuchen über das Gefrieren des Quecksilbers nicht blos einer Kälte erregenden Mischung bedient, sondern auch die Wirkung derselben durch die Ausdünstung des Vitriolaethers verstärkt, und durch beständiges Blasen mit einem Blasebalge befördert hat.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg. Vierte Aufl. § 493, 494 a.

Brisson Dict. raisonné de Physique, Art. *Refroidissement.*

Kalender, Calendarium, *Calendrier.* Eine durch die gesetzgebende Gewalt eingeführte Abtheilung der Zeit in Jahre, Monate und Tage, zum Gebrauch des bürgerlichen Lebens. Auch bedeutet das Wort **Kalender** ein Verzeichniß der Tage nach dieser Abtheilung (Hemerologium, Rationarium dierum), für ein gewisses Jahr, oder für mehrere Jahre, und hat seinen Ursprung von dem Namen Kalendae, welchen die Römer dem ersten Tage jedes Monats, wegen der an selbigem üblichen Ausrufung der Monatstage, beylegten.

Das natürlichste und erste Maaß der Zeit waren die **Tage**. Man mußte aber bald das Bedürfniß fühlen, zu Vermeidung großer Zahlen und damit verbundner Irrungen, größere und aus mehrern Tagen bestehende Zeitmaaße zu gebrauchen. Ein solches gab zuerst der Wechsel des Monds, dessen Erscheinungen in 29 bis 30 Tagen wiederkehren. Man fieng also an, die Zeit nach **Monden** zu zählen (wie dies einige amerikanische Völker noch jetzt thun), bis man an dem Wechsel der Jahrszeiten und der Witterung, ein Zeitmaaß entdeckte, das für die Bedürfnisse des Feldbaus und der Viehzucht noch wichtiger war, und sich auf den in 360 und etlichen Tagen vollendeten Umlauf der Sonne gründete. Dieses ist bey den meisten bekannten Völkern unter dem Namen des **Jahres** eingeführt worden, s. die Artikel: **Tag, Monat, Jahr.**

Die Verbindung dieser Zeitmaaße mit einander macht den **Kalender** aus, welcher seine gegenwärtige Vollkommenheit und Uebereinstimmung mit dem Himmelslaufe erst spät, und nach mancherley Abwechselungen, erhalten hat. Ich werde in diesem Artikel bloß die Geschichte des griechischen, julianischen, gregorianischen und verbesserten Kalenders vortragen, und dann eine kurze Erklärung der dazu gehörigen Rechnung beyfügen.

Indeß die Egyptier ihren Kalender blos nach der Son-

:, die Araber hingegen nach dem Monde einrichteten, chten die Griechen zufolge eines Orakelspruchs (s. *Gemini* agoge Astron. c. 6.) die Bewegungen beyder Himmelskörper zu vereinigen, eine Absicht, mit der sich ihre Astronomen viele Jahrhunderte beschäftiget haben. Sie setzten nfänglich das Jahr 12½ Monaten gleich, und ließen dem ufolge Jahre von 12 und von 13 Monaten abwechseln. Soon, der den großen Fehler dieser Zeitrechnung bemerkte, ahm den Monat zu 29½ Tagen an, und wechselte durchgängig mit Monaten von 29 und von 30 Tagen. So war as Jahr ziemlich übereinstimmend mit dem Mondlaufe. Um es nun auch mit der Sonne zu vereinigen, erfand **Cleostrates** von Tenedos (s. *Censorinus* de die natali, c. 18.) nicht lange nach den Zeiten des Thales die **Octaeteride** oder Periode von acht Jahren. Diese bestand darinn, daß man unter jeden 8 auf einander folgenden Jahren, dem 3ten, 5ten und 8ten einen Monat von 30 Tagen mehr, und also 13 Monate gab. Hierdurch erhielt diese Periode 2922 Tage und 99 Monate, welcher Zeitraum 8 Sonnenjahren (zu 365¼ Tag) genau gleich ist, von 99 Mondwechseln aber, (welche 2923½ Tag ausmachen) um 1½ Tage abweicht. Man machte, um diesem Fehler abzuhelfen, einige nicht ganz glückliche Aenderungen, welche so viel Verwirrung in den Kalender brachten, daß **Aristophanes** an einigen Stellen seiner Wolken sehr bitter darüber spottet. Diana, die Göttin des Monds, beklagt sich, daß man nicht mehr auf ihren Lauf achte, und daß die Götter an einem bestimmten Tage, anstatt ein herrliches Opferfest in Athen zu genießen, mit leerem Munde nach dem Olymp hätten zurückgehen müssen. **Censorin** erzählt eine große Menge von Vorschlägen, durch welche Harpalus, Nauteles, Mnesistratus, Philolaus, Oenopides u. a. dieser Unordnung vergebens abzuhelfen suchten. Die meisten dieser Vorschläge sehen so fehlerhaft aus, daß **Scaliger** (De emendatione temporum. Paris. 1602. fol.) ihre Urheber der gröbsten Unwissenheit beschuldiget: der P. **Petau** aber (Doctrina temporum. Paris. 1627. fol.) bemerkt desto bescheidner, daß wir zu wenig von der Beschaffenheit dieser

Vorschläge wissen, um gründlich darüber urtheilen zu können.

Endlich schlugen **Meton** und **Euctemon** die so berühmt gewordene **Enneadekaeteride** oder Periode von 19 Jahren vor, unter welchen 12 von 12, und 7 von 13 Monaten waren, so daß dieser ganze Zeitraum aus 235 Monaten bestand. Die Zahl der Tage änderte **Meton** so ab, daß unter diesen 235 Monaten 125 aus 30, 110 aus 29 Tagen bestanden, und die ganze Periode 6940 Tage enthielt, s. **Jahr**. Durch dieses Mittel ward der Lauf der Sonne und des Mondes sehr glücklich vereiniget, indem 19 Sonnenjahre 6939 Tage 18 St., und 235 Mondwechsel 6939 T. 16 St. 20 Min. ausmachen. Diese Periode ward von den Griechen im 433sten Jahre vor C. G. am 16ten Jul., 19 Tage nach dem Sommersolstitium angenommen. Sie fieng mit dem Neumonde an, der diesen Tag um 7 Uhr 43 Min. Abends einfiel, und ihr erster Tag ward vom Untergange der Sonne an diesem Tage gerechnet. Diesen Anfang wählte **Meton** wegen der olympischen Spiele, welche im ersten Monate nach dem Sommersolstitium gehalten werden mußten. Er stellte zu Athen eine Tafel auf, welche die Ordnung und Gründe seiner Zeitrechnung erklärte, und der allgemeine Beyfall, den diese Erfindung in ganz Griechenland erhielt, veranlassete, daß man der Zahl, welche jedes Jahr in der Reihe der 19 einnahm, die Benennung der **güldenen Zahl** beylegte. Dieser metonianische Mondcykel ist selbst noch in unserm Kalender bey der cyklischen Berechnung der Neumonde brauchbar. s. **Epakten**.

Dennoch ist derselbe gegen 19 Jahre um 6 Stunden und gegen 235 Mondwechsel um $7\frac{2}{3}$ Stunden zu lang, daher ihn **Kallippus** schon 102 Jahre darauf verbesserte. Dieser Astronom nahm vier Mondcykel oder 76 Jahre zusammen, und ließ von einem derselben einen Tag hinweg. So traf diese neue Periode von 27759 Tagen mit 76 Sonnenjahren von $365\frac{1}{4}$ Tagen genau überein, und war gegen 940 Mondwechsel nur noch um $6\frac{2}{3}$ Stunden (genauer nur 5 St. 53 Min.) zu lang. Diese kallippische Periode ward im 331sten Jahre vor C. G. im siebenten Jahre der sechsten metonianischen Periode eingeführt. Die griechischen Astro-

nomen haben ihre Beobachtungen nach dieser Zeitrechnung angegeben, und sie stimmt mit dem bey uns angenommenen Mondcykel völlig überein. Dennoch ist die Abweichung vom Sonnenlaufe, ob sie sich gleich in der ganzen Periode aufhebt, in einzelnen Jahren derselben sehr beträchtlich. Das erste Jahr z. B. hat nur 354 Tage, und ist gegen den Sonnenlauf um 11 Tage zu kurz. Mithin fängt das zweyte Jahr 11 Tage zu früh an, und wird die Nachtgleiche erst den 31sten März haben, wenn dieselbe im ersten Jahre auf den 20sten März fiel. Das dritte Jahr hat sie noch 11 Tage später; durch den am Ende desselben eingeschalteten Monat aber wird sie wieder um 19 Tage vorwärts auf den 23sten März gebracht u. s. w., daß also der Anfang der Jahrszeiten nie einen festen Standpunkt hat, und erst nach 76 Jahren genau wieder auf den vorigen Tag zurück kömmt.

Bey den Römern hatte **Romulus** anfänglich ein Jahr von 304 Tagen eingeführt, und in 10 Monate abgetheilt, deren vier aus 31, sechs aus 30 Tagen bestanden (*Macrob.* Saturn. L. I. cap. 14.). Da aber dies weder mit der Sonne, noch mit dem Monde übereinstimmt, so setzte **Numa** noch 50 Tage hinzu, nahm auch, der ungeraden Zahl halber, der man eine gute Vorbedeutung beylegte, jedem der sechs Monate von 30 Tagen, einen Tag ab, und vertheilte diese 56 Tage zu gleichen Theilen unter zween neue Monate von 28 Tagen, welche die Namen Januar und Februar erhielten. Endlich setzte er, ebenfalls der ungeraden Zahl halber, dem Jahre selbst noch einen Tag zu, der dem Januar beygelegt wurde, so daß der einzige den Gottheiten der Unterwelt (Diis inferis) heilige Februar eine gerade Anzahl von Tagen, nemlich 28 behielt. Dieses Jahr von 355 Tagen enthielt nun etwas über 12 Mondwechsel, und sollte durch Einschaltungen mit dem Sonnenlaufe übereinstimmend gemacht werden. Man wählte dazu die Methode der Griechen, in 8 Jahren 90 Tage einzuschalten, wobey man Schaltjahre und gemeine Jahre, und Einschaltungen von 22 und 23 Tagen abwechseln ließ. Diese Octaeteride der Griechen aber setzt ein Jahr von 354 Tagen vor-

aus, daher der römische Kalender in jeder Periode 8 Tage zu viel hatte, mithin allezeit in der dritten Periode statt 90 nur 66 Tage oder dreymal 22 Tage einschaltete. Diese Einschaltung geschahe im Februar, als im letzten Monate des damaligen Jahres, und zwar nach dem 23sten Tage desselben, wenn das Fest der Terminalien vorüber war. Weil man es aber für eine üble Vorbedeutung hielt, wenn die Nundinae auf den ersten Tag im Jahre oder auf die Nonen fielen, so ward es den Priestern überlassen, zu Vermeidung dieses Umstands die Einschaltungen nach Gefallen abzuändern. Diese höchst unvollkommne Einrichtung brachte mit der Zeit den Kalender in gänzliche Unordnung. Aus Aberglauben unterließ man bisweilen das Einschalten gänzlich, und in den letztern Zeiten der Republik mißbrauchten die Priester ihre Freyheit (intercalandi licentiam, *Macrob.*), um Zahltage, Gerichtstermine und Antrittszeiten der Aemter nach Bedürfniß und Staatsabsichten zu beschleunigen oder hinauszuschieben. Daher erwähnt Cicero (Epist. ad Atticum X, 17.) der Nachtgleiche in einem Briefe, welcher mitten im May (des Jahres 704 nach Erbauung Roms) geschrieben ist.

Als **Julius Cäsar** die Dictatur und das Pontificat überkommen hatte, berief er, um diesen Unordnungen abzuhelfen, den griechischen Astronomen **Sosigenes** nach Rom, und führte mit dessen und des **M. Fabius** Beyhülfe im Jahre 707 nach Erbauung Roms die Zeitrechnung ein, welche von ihm den Namen des **julianischen Kalenders** erhalten hat. Um die Nachtgleiche wieder in den März zu bringen, wurden zwischen dem November und December des gedachten Jahres noch zween Monate eingeschaltet, so daß dieses Jahr (annus confusionis), welches der Ordnung nach ein Schaltjahr von 378 Tagen hätte seyn sollen, dadurch 452 Tage erhielt. Für die Zukunft ward das bey der kallippischen Periode zum Grunde liegende Sonnenjahr von 365¼ Tagen, oder das **julianische Jahr**, eingeführt, den Monaten die noch jetzt übliche Anzahl von Tagen gegeben, die Einschaltung ganzer Monate gänzlich aufgehoben, und wegen des über 365 volle

Tage noch überschießenden ¼ Tages in jedem vierten Jahre nach dem 23sten Februar einen Schalttag einzuschieben, verordnet. Dieser bloß auf den Sonnenlauf gegründeten Zeitrechnung, welche h. z. T. unter dem Namen des **alten Kalenders** oder **alten Styls** bekannt ist, hat sich das römische Reich bis zu seinem Untergange, und die christliche Kirche im Occident bis zum Jahre 1582 n. C. G. unverändert bedienet; die orientalische Kirche behält dieselbe noch bis jetzt bey.

Im christlichen Kalender aber mußte wegen des **Osterfests**, nach welchem sich die übrigen beweglichen Feste richten, auch einige Rücksicht auf den Mondlauf genommen werden. Die Juden feyerten das Pascha am 14ten Tage des Monats **Nisan**, dessen Vollmond auf den Tag der Nachtgleiche oder zunächst darnach fiel. Die Kirche behielt diese Bestimmung des Monats bey, setzte aber den Tag auf einen Sonntag; und da einige Kirchen in den ersten Jahrhunderten n. C. G. das Osterfest, wenn der Vollmond auf einen Sonntag fiel, am Vollmondstage selbst, also zugleich mit den Juden, feyerten, so verbot dies das Concilium zu **Nicäa** unter der Regierung Constantins des Großen, im J. 325 n. C. G. Der Tradition nach befahl es zugleich, den folgenden Sonntag für Ostern zu rechnen, und setzte also den Ostertag auf den nächsten Sonntag nach demjenigen Vollmonde, welcher zunächst auf den 21. März (als den damaligen Tag der Nachtgleiche) folgen würde. Dadurch ward es nothwendig, die Vollmonde voraus zu berechnen, und leichte Methoden dazu zum Gebrauch der Geistlichen anzugeben.

Hiezu hatten schon vor der Kirchenversammlung zu Nicäa einige Bischöfe Vorschläge gethan; vorzüglich war durch **Eusebius** von **Cäsarea** der metonianische Cykel oder Mondscirkel von 19 Jahren empfohlen worden, welchen auch, wie man durchgängig angenommen hat, das Concilium bestätigt, und seinen Gebrauch zur Berechnung des Osterfestes vorgeschrieben haben soll, s. **Cykel, Epakten**. Man setzte nemlich voraus, daß nach 19 julianischen Jahren die Neumonde genau wieder auf dieselben Monats-

tage fielen, und daß man daher durch Beschreibung der güldenen Zahl zu den Tagen des Kalenders, auf welche die Neumonde in den ersten 19 Jahren gefallen waren, diese Neumonde für alle folgende Jahre richtig wiederfinden und das Osterfest dadurch leicht bestimmen könne. Eigentlich aber trug das Concilium dem Patriarchen von Alexandrien, dessen Dioces wegen des alexandrinischen Museums die gelehrtesten Astronomen haben sollte, auf, die Ostervollmonde zu prüfen, und den richtigen Tag derselben dem römischen Bischofe anzuzeigen. Allein es sind diese Anzeigen völlig vernachläßiget, alle Osterfeste nach der unvollkommnen cyklischen Rechnung bestimmt, und daher sehr viele wider die vermeynte Disposition des Conciliums theils zu früh, theils zu spät, gefeyert worden.

Mit der Zeit wurden die Fehler dieses mit dem julianischen Jahre combinirten Mondcykels merklicher. Da das angenommene Jahr selbst um 11 Min. zu lang ist, so mußte die Zeit der Nachtgleiche jährlich um 11 Min. gegen den Anfang des Jahres zurückrücken, welches in 400 Jahren 3 Tage beträgt. Daher war sie im sechszehnten Jahrhunderte, seit dem J. 325, vom 21. März bis zum 10ten fortgerückt. Da ferner 19 julianische Jahre um 1 St. 32 Min. länger sind, als 235 Mondwechsel, welches in 312½ Jahren einen Tag, und in 1250 Jahren vier Tage beträgt, so mußten die Neumonde im sechszehnten Jahrhunderte vier Tage früher, als zur Zeit des Conciliums, fallen. So würde nach und nach der Winter in den September, und der Vollmond auf die Tage gerückt seyn, für welche die beygeschriebne güldne Zahl Neumond anzeigte.

Schon Beda hatte um das Jahr 700 das Fortrücken der Nachtgleiche bemerkt, welches damals schon drey Tage betrug. Im dreyzehnten Jahrhunderte schrieb **Johann von Sacrobosco** sein Buch: De anni ratione, und **Roger Bacon** rieth, das Jahr so zu ändern, daß die Nachtgleichen, wie im Anfange der christlichen Zeitrechnung, auf den 25. März und September fielen. Im funfzehnten Jahrhunderte gaben **Peter d'Ailly** (de Alliaco) auf dem costnitzer und der Cardinal **von Cusa** auf dem lateranensi-

chen Concilium Verbesserungsvorschläge ein. **Sixtus IV.** trug im Jahre 1474 die Sache dem **Regiomontan** auf, den er in dieser Absicht zum Bischof von Regenspurg ernannte, dessen frühzeitiger Tod aber alles unterbrach. Der bessere Fortgang der Astronomie im sechszehnten Jahrhunderte veranlassete eine große Anzahl Schriften hierüber von **Angelus**, **Stöfler**, **Pighi**, **Schoner**, **Gauricus** u. a. **Paul von Middelburgh**, Bischof von Fossembrün, berechnete die Neumonde für die 3000 ersten Jahre der christlichen Zeitrechnung astronomisch, und **Egnaz Dante** errichtete den berühmten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna blos in der Absicht, um das Vorrücken des Tages der Nachtgleiche Jedermann sinnlich zu machen.

Endlich führte **Gregor XIII.** der seinen Pontificat durch etwas Hervorstechendes auszeichnen wollte, diesen längst gewünschten Vorschlag wirklich aus. Der Plan hiezu war von **Aloys Lili**, einem Arzte aus Verona, entworfen, und ward nach dem plötzlichen Tode seines Urhebers dem Papste von dessen Bruder **Anton Lilli** überreicht. Es ward zu diesem Geschäfte eine eigne Congregation von Prälaten und Gelehrten niedergesetzt, wovon der Cardinal **Sirleti**, der Patriarch von Antiochien, **Christoph Clavius**, **Anton Lili**, **Egnaz Dante** u. a. Mitglieder waren. Im Jahre 1577 sandte man Abgeordnete an alle katholische Regenten, die den Plan mit Lob und Beyfall aufnahmen, so daß sich der Papst im Stande sahe, im März 1582 durch ein Breve den alten Kalender abzuschaffen, und den sogenannten **neuen Styl** oder **gregorianischen Kalender** einzuführen, dessen Beschaffenheit nunmehr zu erklären ist.

Zuförderst wurden aus dem Octob. des 1582sten Jahres 10 Tage hinweggelassen; indem man nach dem 4ten sogleich den 15ten zählte, damit die Nachtgleiche des folgenden Jahres wieder den 21. März fallen möchte. Zugleich ward die Dauer des Sonnenjahres 365 T. 5 St. 49 Min. 12 Sec. angenommen, und (weil dies vom julianischen Jahre um $10\frac{4}{5}$ Min., oder in 400 Jahren um 3 Tage abweicht) festgesetzt, in Zukunft unter vier auf einander fol-

genden Secularjahren, welche nach dem julianischen Kalender allezeit Schaltjahre seyn sollten, nur ein einziges ein Schaltjahr seyn zu lassen. So ist unter den vier Jahren 1600, 1700, 1800, 1900 nur das erste ein Schaltjahr gewesen; die übrigen drey werden gemeine Jahre u. s. f. Durch dieses Mittel werden aus dem julianischen Kalender aller 400 Jahre drey Schalttage hinweggelassen, welches das Fortrücken des Tags der Nachtgleichen verhindert. Ist gleich nach den neusten Bestimmungen das Sonnenjahr noch 27 Sec. kürzer, als man es hiebey angenommen hat, so rückt doch dieses Fehlers wegen die Nachtgleiche erst nach 3200 Jahren um einen Tag, und man wird alsdann einmal vier Secularjahre nach einander sämmtlich zu gemeinen Jahren machen müssen.

Um nun diese Jahresrechnung mit dem Mondlaufe zu verbinden, verwarf **Lili** das Beyschreiben der güldnen Zahlen zu den Tagen des Kalenders gänzlich, und führte dagegen den Gebrauch der **Epakten** ein, so wie derselbe bey dem Worte: **Epakten** (Th. I. S. 850 u. f.) beschrieben worden ist. Das Jahr 1787 z. B. hat die güldne Zahl II, und die Epakte XI. Die kirchlichen Neumonde desselben fallen daher auf diejenigen Tage, welche im julianischen Kalender mit II, im gregorianischen aber mit XI bezeichnet sind, d. i. auf d. 20 Jan., 18 Febr., 20 März u. s. w. Beydes thut nun zwar gleiche Dienste, so lange der Cykel überhaupt zutrift; aber die nöthigen Veränderungen lassen sich bey den Epakten leichter und ordentlicher, als bey den güldnen Zahlen, anbringen.

Der metonianische Mondcykel nemlich ist in 312½ Jahren um einen Tag zu lang; es fällt also der Neumond nach dieser Zeit um einen Tag früher, und das Alter des Monds am ersten Jänner, d. i. die Epakte, vergrößert sich um 1. Nimmt man hiebey die reguläre julianische Einschaltung an, so dienen die Epakten °, XI, XXII, III, XI ꝛc. 300 Jahre lang für die Jahre, welche I, II, III, IV, V ꝛc. zur güldnen Zahl haben; hernach muß man für eben diese Jahre I, XII, XXIII, IV, XV ꝛc., und wieder nach 300 Jahren II, XIII, XXIV, V, XVI ꝛc. brauchen. Da

er der gregorianische Kalender in 400 Jahren drey Tage nweglâßt, so wird diese Verschiebung der Epakten darch folgendergestalt verändert. Der im Jahre 1582 zum runde gelegte Cykel war I, XII, XXIII, IV, XV ꝛc. Er irde 300 Jahre dauern, wenn alle Secularjahre Schaltjahblieben; da nun 1600 ein Schaltjahr blieb, so galt er durch s ganze vorige Jahrhundert. Im Jahre 1700 blieb ein ag hinweg, dadurch rückten die Neumonde einen Tag iter, und die Epakte mußte um 1 vermindert werden. aher ist der Cykel für das gegenwärtige Jahrhundert *, , XXII, III, XIV ꝛc. Am Ende dieses Jahrhunderts lte er um 1 zunehmen, weil seit 1500, 300 Jahre verflosı sind; da aber in diesem Jahre der Schalttag wiederum gfällt, so tritt der Cykel dadurch wieder in seine vorige telle und gilt ungeändert bis 1900. Alsdann fällt der chalttag wieder hinweg; und der Epaktencykel wird XIX, X, XXI, II ꝛc.; das Jahr 2000 bleibt ein Schaltjhr und ändert nichts; 2100 sollte der Cykel wegen der eder abgelaufenen 300 Jahre um 1 steigen, wegen des ggelassenen Schalttags aber fällt er auch um 1, und bleibt eder ungeändert, bis er sich endlich 2200 in XXVIII, , XX, I ꝛc. verwandelt. Um dies nicht für alle Jahrnderte wiederholen zu dürfen, gab **Lili** zwo Tabellen an, welchen man den Cykel für jedes Jahrhundert durch blos Aufschlagen findet, und die in den meisten chronologien Handbüchern unter den Namen der Epaktentafel und paktengleichung vorkommen. So ist zwar das Jahr cht selbst nach dem Mondlaufe geordnet; es ist aber doch r leicht, die Tage der Neumonde, wenigstens der kirchchen zu finden, welche inzwischen mit den wahren oder tronomischen nicht richtig übereinstimmen.

Nächst **Lili** hatte an diesen Einrichtungen **Clavius** n meisten Antheil. Er mußte die zu Prüfung des Plans thigen Rechnungen führen, das ganze Verbesserungsgeäft der Nachwelt erklären, und die Kritiken der Gegner antworten, unter welchen sich **Möstlin**, **Scaliger** und ieta am meisten auszeichneten. Dies gab die Veranlasng zu seinem schönen chronologischen Werke (De calenda-

rio Gregoriano, Romae, 1603. fol. und in *Chph. Clavii* Opp. mathemat. Mogunt. 1612. fol. To. V.). Die Hauptfehler, welche man dem gregorianischen Kalender mit Grunde vorwarf, sind 1) daß bey dieser Einschaltungsform die Nachtgleiche noch immer vom 21 März auf den 20sten und 19ten übergeht, besonders in denjenigen Schaltjahren, welche vor dem ersten gemeinen Secularjahre vorhergehen, wie 1696 u. s. f. 2) daß man bey der Verbesserung des Mondcykels nur **drey Tage** Vorrücken der Neumonde seit dem Nicänischen Concilium angenommen hat, da doch dasselbe, wie Jedermann eingestehen muß, bis auf **vier Tage** gegangen ist; daher denn die astronomischen Neumonde einen ganzen Tag, und oft noch drüber, vor den kirchlichen vorhergehen. **Clavius** entschuldigt zwar den letztern Fehler mit der Absicht, dadurch zu verhüten, daß der 14te Tag des kirchlichen Mondalters nie vor den astronomischen Vollmond fallen und also Ostern vor dem wahren Vollmonde gefeyert werden möchte; allein es bleibt demohngeachtet eine offenbare Abweichung von den Verordnungen, welche die Congregation im Jahre 1580 einhellig festsetzte, wie auch **Cassini** (Mém. de l'acad. des Sc. 1702.) eingesteht.

Die protestantischen Staaten nahmen diese von Rom aus veranstaltete Kalenderverbesserung nicht an. Man darf sie deswegen eben nicht, wie **Wolf** thut, eines ungegründeten Eifers beschuldigen. Wenn sie gleich das Fehlerhafte der alten Einrichtungen eben sowohl einsahen, so konnten sie doch abgeneigt seyn, Verbesserungen, die an sich selbst entbehrlich waren, auf Befehl einer Gewalt, der sie nicht mehr gehorchten, anzunehmen, zumal da die Verbesserung selbst wegen des Gebrauchs der Epakten noch keine astronomische Richtigkeit gewährte. Diese Verschiedenheit veranlaßte die Namen des **alten** und **neuen** Styls. Endlich bewog die Beschwerlichkeit des Gebrauchs von zweyerley Kalendern bey Glaubensgenossen, die unter einander wohnten und stets Geschäfte mit einander hatten, die evangelischen Stände des teutschen Reichs, im Jahre 1700 den **verbesserten Kalender** einzuführen. Man ließ in die-

er Absicht in gedachtem Jahre die zehn letzten Tage des Februars zugleich mit dem in selbiges Jahr nach dem alten Styl einfallenden Schalttage hinweg, so daß auf den 18ten Febr. sogleich der erste März folgte, und die Tage nunmehr mit dem neuen Styl übereinstimmten. Die Einschaltung ward eben so, wie im gregorianischen Kalender, eingerichtet; in Absicht auf den Mondlauf und das Osterfest aber ward die **cyklische Festrechnung** (computus ecclesiasticus) verworfen, und dagegen vorgeschrieben, den Ostervollmond nach Keplers rudolphinischen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienburg, wo Tycho beobachtet hat, zu berechnen, den Tag, auf welchen dieser Vollmond fällt, von Mitternacht an gerechnet, für die **Ostergrenze** (terminum paschalem) zu nehmen, und den nächsten Sonntag darauf das Osterfest zu feyern.

Diese astronomische Rechnung kan von der cyklischen um einen Tag abweichen, und wenn der Ostervollmond innerhalb Sonnabends und Sonntags fällt, in Feyrung des Osterfestes eine Woche Unterschied verursachen. Ein solcher Fall trat schon 1724 ein, da der Ostervollmond nach den rudolphinischen Tafeln und für den Meridian von Uranienburg d. 8 April um 4 Uhr Nachmitt. einfiel. Dieser Tag war ein Sonnabend, folglich Ostern der Protestanten Sonntags darauf den 9 April. Die cyklische Rechnung hingegen gab den Ostervollmond Sonntags den 9 Apr.; mithin die Ostern der Katholiken erst den 16 April (*Müller*, de ratione computandi Paschatos exemplo anni 1724. illustrata. Altorf. 1723. 4.). Eben dies ereignete sich im Jahre 1744, da Ostern bey den Protestanten auf den 29 März, bey den Katholiken auf den 5 April fiel. Im Jahre 1778 fiel das gregorianische Osterfest den 19 April; nach der astronomischen Rechnung eigentlich auf den 12ten, ward aber, weil es da mit dem Pascha der Juden zusammenkam, durch einen eignen Schluß der evangelischen Stände auf den 19ten verlegt. (*Borz* de die paschatos anni 1778. Lipf. 1775. 4. und De Paschate anni 1778. Iudaico, Lipf. 1776. 4.). Alle diese Weitläuftigkeiten sind über eine Anordnung entstanden, die man nicht einmal für den

Schluß eines ökumenischen Conciliums ausgeben kan. Denn in den Acten der Nicänischen Kirchenversammlung findet sich darüber nichts, als ein Synodalbrief der versammleten Geistlichen, welcher enthält, daß das Osterfest nicht mit den Juden, aber von der ganzen Christenheit an einem Tage gefeyert werden soll (*Walch* Decreti Nicaeni de Paschate explicatio, in Comm. Nov. Goetting. ann. 1769. 1770.). Daher wünschte **Joh. Bernoulli** (Opp. To. IV. n. 188. p. 497.) man möchte Ostern den ersten Sonntag nach der Nachtgleiche, und **Ernesti** (De festo paschatos, Lips. 1777. 4.) man möchte es den Sonntag nach dem 25 März feyern.

Endlich haben sich die evangelischen Stände nach dem Inhalte eines von Wien den 7 Jun. 1776. datirten kayserlichen Patents, entschlossen, den neuen Styl unter dem Namen eines **allgemeinen Reichskalenders** völlig beyzutreten, und das Fest der Auferstehung jederzeit mit den Katholischen zugleich zu feyern. England hatte schon 1752, und Schweden 1753 den verbesserten Kalender angenommen, daß also der alte Styl unter den christlichen Völkern in Europa nur noch in Rußland üblich ist.

Ein Beyspiel der Kalenderberechnung nach dem allgemeinen oder gregorianischen Styl zu geben, will ich das Jahr 1788 wählen. Man hat für dasselbe vor allen andern den Sonnencirkel und Sonntagsbuchstaben, dann die güldne Zahl, die Epakten und den Ostervollmond zu suchen.

Vom **Sonnencykel** ist bereits beym Worte: **Cykel** geredet worden. Die dort gelehrte Rechnung giebt für 1788 die Zahl desselben 5. Hiemit ist nun der Sonntagsbuchstabe so verbunden. Man schreibt zu allen Tagen des Jahres der Reihe nach die sieben Buchstaben A, B, C, D, E, F, G, so daß der erste Jänner A der zweyte B u. s. w. neben sich hat, und wenn man einmal durch ist, von neuem mit A angefangen wird. Der Buchstabe, welcher auf diese Art die Sonntage des Jahres trift, heißt der **Sonntagsbuchstabe** (littera dominicalis) desselben. Der letzte December erhält dadurch wiederum A. Ist nun z. B. B der Sonntagsbuchstabe des Jahres gewesen, hat also A bey

en Sonnabenden gestanden, so ist der letzte December
benfalls ein Sonnabend, das folgende Jahr fängt mit
em Sonntage an, und da beym ersten Jänner desselben
viderum A stehet, so ist A sein Sonntagsbuchstabe. Hier-
us wird begreiflich, daß der Sonntagsbuchstabe von jedem
Jahre zum folgenden um eine Stelle, z. B. von B auf A,
on A auf G, von G auf F u. s. w. zurücktritt. Im Schalt-
ahre werden der 23ste und 24ste Februar mit einerley Buch-
aben, beyde mit E. beyeichnet. Solchergestalt bekömmt
er folgende Theil des Jahres einen andern Sonntagsbuch-
aben, als der erste vor dem 23 Febr. fallende Theil hatte,
nd es tritt der Sonntagsbuchstabe im Schaltjahre um
vey Stellen zurück. Folgende Tafel enthält die Sonn-
agsbuchstaben der 28 Jahre des julianischen Sonnencykels.

1. G, F,	5. B, A,	9. D. C,	13 F, E	17. A, G	21. C, B	25. E, D
2. E,	6. G	10 B	14. D	18. F	22. A	26. C
3. D,	7. F	11. A	15. C	19. E	28. G	27. B
4 C,	8. E	12. G	16. B	20. D	23. F	28. A

Das 29 Jahr bekömmt wieder G, F, und fängt also
ie Reihe von neuem an. Dieser Tabelle zufolge sind die
ulianischen **Sonntagsbuchstaben** für 1788, wo die
Zahl im Sonnencirkel 5 ist, B und A, der erste für die
eit vor dem Schalttage, der letzte für die nach dem-
lben.

Durch die gregorianische Verbesserung änderte sich diese
Ordnung. Bey Wegwerfung der zehn Tage aus dem Octo-
er 1582 giengen 10 Buchstaben (d. i. eine ganze Reihe
on sieben, und noch drey darüber) verlohren, und der
Sonntagsbuchstabe mußte daher um drey Stellen, d. i.
on G bis C, weiter rücken. Im Jahre 1700 rückte er
urch die Weglassung des Schalttags noch um die vierte
Stelle, also von G bis D fort. Hieraus ergiebt sich für
n gregorianischen Kalender folgende Tafel:

1. D, C	5. F, E	9. A, G	13. C, B	17. E, D	21. G, F	25. B, A
2. B	6. D	10. F	14. A	18. C	22. E	26. G
3. A	7. C	11. E	15. G	19. B	23. D	27. F
4. G	8. B	12, D	16. F	20. A	24. C	28. E.

Diese gilt bis 1800, wo durch neue Weglassung eines
Schalttages die Buchstaben wieder um eine Stelle weiter
ücken, und die Tafel für künftiges Jahrhundert mit E, D

anfängt. Für 1788, dessen Zahl 5 ist, sind die **gregorianischen Sonntagsbuchstaben** F, E. Der erste Sonntag dieses Jahres fällt also auf den ersten mit F bezeichneten Tag, d. i. auf den 6 Jan.; die folgenden auf den 13, 20, 27 Jan. 3, 10, 17, 24 Febr. Dieser 24 Febr. ist zugleich der Schalttag, und bekömmt daher mit dem 23 Febr. einerley Buchstaben E. Da er aber ein Sonntag ist, so wird E nunmehr Sonntagsbuchstabe, und bleibt dies bis zum Ende des Jahrs. Nunmehr kan man das ganze Jahr leicht in die gehörigen Monate und Wochen eintheilen.

Wie man die güldene Zahl und die Epakte finde, ist bereits bey den Worten: **Cykel** und **Epakte** vorgetragen worden. Für 1788 ist die güldne Zahl III, und die Epakte XXII. Letzteres heißt: Die Neumonde fallen auf die Tage, welche im gregorianischen Kalender mit XXII bezeichnet sind, d. i. auf den 9 Jan., 7 Febr., 9 März, 7 Apr. u. s. w. Es fängt also mit dem 9 März eine Lunation an, deren 14ter Tag, oder der 22 März der erste **Vollmond** nach der auf den 21 März fallenden Nachtgleiche ist. Dieser 22 März ist die **Ostergrenze** (terminus paschalis) des Jahrs. Er führt im Kalender den Buchstaben D bey sich, und weil der Sonntag in diesem Theile des Jahres 1788 E hat, so ist er ein Sonnabend; also der nächstfolgende Sonntag, oder der 23 März der Ostertag.

Wenn so das Osterfest bestimmt ist, ordnen sich die übrigen **beweglichen** Feste sehr leicht nach demselben. Die neun vorhergehenden Sonntage, so wie die acht nachfolgenden, führen besondere Namen, die man in jedem Kalender findet: die vier vor dem Weihnachtfeste oder 25 Dec. vorhergehenden bekommen die Namen des ersten, zweyten rc. Advents: die nach dem Erscheinungsfeste werden bis zu Septuagesimä, so wie die nach Trinitatis bis zum ersten Advent nach der Ordnung der Zahlen fortgerechnet. Die **unbeweglichen** Feste, welche jährlich auf einerley Monatstage fallen, findet man ebenfalls in jedem Kalender. Außer dem Verzeichnisse der Tage mit beygeschriebenen Namen, wird den Kalendern noch eine Anzeige

er Cykeln, der Epakte und des Sonntagsbuchstabens, der Orte der Sonne und des Mondes nebst der Stunde ihres Auf- und Untergangs für jeden Tag, des Mondwechsels, der Tage der Nachtgleichen und Sonnenwenden, der Sonnen- und Mondfinsternisse u. s. w. nebst andern nützlichen Nachrichten beygefügt. Es war sonst gewöhnlich, die Kalender mit Anzeigen der Aspekten, Wetterverkündigungen und mancherley astrologischem Tand anzufüllen. Seit einiger Zeit aber hat man angefangen, sie vielmehr als Mittel zu Ausbreitung nützlicher und angenehmer Kenntnisse zu gebrauchen. In dem Leipziger verbesserten Kalender findet man für einen sehr wohlfeilen Preiß viele brauchbare astronomische Angaben, und außer der gemeinen auch die julianische, römische und jüdische Zeitrechnung.

Montucla hist. des mathematiques. To. I. P. I. C. 3. §. 13. P. III. C. 4. §. 11.

Kästner Anfangsgr. der angew. Mathem., Chronologie an mehreren Stellen.

Kalk, Kalch, Calx, *Chaux.* Es giebt in der Natur eine eigne Art von Erden und Steinen, welche fähig sind, sich durch die Wirkung des Feuers in das, was man **lebendigen Kalk** nennt, verwandeln zu lassen. In ihrem natürlichen Zustande brausen diese Erden und Steine (die rohe Kalkerde, Kalkstein, Marmor, Kreide u. s. w.) mit den Säuren, und es entwickelt sich aus ihnen eine große Menge fixer Luft oder Luftsäure. Sie scheinen, den chemischen Untersuchungen nach, aus einer eignen Grunderde, s. **Kalkerde**, mit einer gewissen Menge Wasser und fixer Luft verbunden, zu bestehen, und heißen **roher Kalk.**

Wenn man die kalkartigen Erden und Steine bis zum Glühen erhitzt, und 12 — 15 Stunden lang in diesem Grade der Hitze erhält, so verwandeln sie sich in eine lockere zerreibliche Materie, welche sich in den Säuren ohne Aufbrausen, aber mit beträchtlicher Erhitzung und Aufwallung, auflöset, und einen sehr scharfen brennenden Geschmack hat. Diese Materie heißt **gebrannter, lebendiger** oder **un-**

gelöschter **Kalk** (calx viva, calx pura *Bergm.*, *Chaux vive.*) Die Kalksteine verlieren bey dieser Verwandlung fast die Helfte von ihrem Gewichte.

Dieser **lebendige Kalk** ist ein wahres ätzendes fixes Laugensalz, das sich auch wirklich, obgleich mit einiger Schwierigkeit, im Wasser auflösen läßt. Nach **Bergmann** (De acido äereo, § 11) erfordert ein Theil Kalk 300 Theile, nach andern 680 Theile siedendes Wasser zur völligen Auflösung. Die Auflösung selbst heißt **Kalkwasser** (aqua calcis, *eau de chaux*). Wenn man dieses Kalkwasser von dem nicht aufgelöseten Kalke abgießt, so ist es völlig durchsichtig und farbenlos, hat einen eignen schrumpfenden alkalischen Geschmack, färbt die blauen Pflanzensäfte grün, und zeigt alle Eigenschaften eines aufgelößten Laugensalzes. In völlig gefüllten und verschlossenen Gefäßen bleibt das Kalkwasser unverändert. An der freyen Luft aber erzeugt sich auf der Oberfläche desselben ein Häutchen, der **Kalkrahm** (cremor calcis), das endlich zu Boden fällt, und einem neuen Häutchen Platz macht, bis zuletzt aller aufgelösete Kalk niedergeschlagen ist. Alsdann aber ist derselbe nicht mehr ätzend, brauset wieder mit den Säuren, und löset sich im Wasser nicht mehr auf; kurz, er ist nicht mehr lebendiger, sondern wiederum **roher Kalk**.

Eben dies geschieht, wenn man fixe Luft oder Luftsäure zu dem Kalkwasser bringt. Es wird davon sogleich trüb, und läßt **rohen Kalk** fallen. Fährt man mit dem Zumischen der Luftsäure fort, so lößt sich dieser rohe Kalk wieder auf; das Wasser aber erhält den äzenden Geschmack, und die Eigenschaften des Kalkwassers nicht wieder. Durch das Kochen wird der rohe Kalk wieder aus demselben niedergeschlagen.

Der Weingeist, welcher keine Luftsäure enthält, schlägt zwar den Kalk ebenfalls aus dem Kalkwasser nieder; es ist aber dieser Niederschlag nicht roher, sondern lebendiger Kalk.

Wenn man auf den gebrannten Kalk Wasser gießt, so dringt dasselbe mit einem Gezische hinein, er zerspaltet,

schwillt mit starker Erhitzung auf, und verwandelt sich in einen feinen Brey oder Teig, den **gelöschten Kalk** (calx extincta, *chaux éteinte*). Fast eben dies wiederfährt auch dem gebrannten Kalke, wenn er blos der freyen Luft ausgesetzt wird, er schwillt nemlich auf, und zerfällt, jedoch ohne Erhitzung, aber mit beträchtlicher Zunahme seines Gewichts. Alsdann heißt er **zerfallner Kalk, Staubkalk, Mehlkalk** (*chaux éteinte à l'air*), und hat alle Eigenschaften des rohen Kalks.

Wenn Laugensalze mit lebendigem Kalke bearbeitet, z. B. in Kalkwasser getröpfelt, darinn gekocht, oder über gebranntem Kalk destilliret werden, so erhalten sie dadurch eine **ätzende** Eigenschaft, s. **Kausticität**, der Kalk hingegen verliert seine Aetzbarkeit, und nimmt die Natur des rohen Kalks wieder an.

Aus dem Teige, welcher durch das Löschen des gebrannten Kalks mit Wasser entsteht, bereitet man den sogenannten **Mörtel** (Caementum, *Mortier*) durch Vermischung mit Sand und Kies, oder gebranntem und gröblich gepülvertem Thone. Diese Vermischung nimmt, wenn sie trocknet, eine Consistenz an, und wird daher als ein Bindemittel der Steine in Gebäuden, Mauern, Estrichen u. dgl. gebraucht.

Dies sind die merkwürdigen Eigenschaften, welche die Kalkerden und Kalksteine bey ihrer Verwandlung in lebendigen Kalk erhalten, und beym Löschen durch Wiederannehmung ihres ersten Zustandes hinwiederum verlieren. Die Aetzbarkeit, Auflöslichkeit im Wasser, der Mangel des Brausens mit den Säuren und die Erhitzung beym Löschen — diese unterscheidenden Kennzeichen des lebendigen Kalks, welche durchs Brennen entstehen, und durchs Löschen sich wieder verlieren, — haben die Chymiker von je her nicht wenig beschäftiget. **Van Helmont, Daniel Ludovici** (Ephemerid. Acad. naturae curios. ann. 1675 et 1676. Obs. 244.) und **du Fay** (Mém. de Paris, ann. 1724.) nahmen deswegen ein eignes Salz an, das im Kalke durchs Brennen entwickelt werde; die ätzende Kraft und Erhitzung mit dem Wasser veranlasseten **Homberg** (Mém. de Paris,

1700.) und **Lemery** (ebend. ann. 1709.) zu der Behauptung, daß sich in den Zwischenräumen des Kalks Feuertheile, von dem Brennen her, eingeschlossen befänden, einer Menge anderer, zum Theil thörichter, Meynungen zu geschweigen.

Johann Friedrich Meyer (Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalks ꝛc. Hannover, 1764. 1770. 8.) baute auf seine vielen und schätzbaren Versuche eine Theorie der Aetzbarkeit, deren Natur er in einer eignen im Küchenfeuer, nicht aber im Sonnenfeuer, enthaltenen Materie suchte. Er hielt diese Materie für das reinste, mit einer Säure verbundne Feuerwesen, und nannte sie das **Kausticum** oder die **fette Säure** (acidum pingue). Seiner Meynung nach dringt diese fette Säure aus dem Küchenfeuer beym Brennen, selbst durch die Gefäße, in den Kalk, macht ihn ätzend und im Wasser auflöslich, entwickelt sich beym Löschen, verursacht die Erhitzung, geht vom Kalke in die Laugensalze über, theilt diesen die Aetzbarkeit mit u. s. w. **Macquer** setzt dieser Theorie die starken Gründe entgegen, daß das Feuer die Materien, mit denen es sich bindet, nicht ätzend mache, vielmehr durch ein solches Binden seine eigne Wirksamkeit verliere; daß sich das Kalkwasser, welches sich an der freyen Luft zersetzt, auch in verschloßnen Gefäßen zersetzen müßte, wenn das Kausticum durch die Wände der Gefäße dringen könnte; daß sich endlich die Kalksteine auch im Brennraume erhabner Gläser durch die Sonnenstralen in lebendigen Kalk verwandeln lassen, welchen Versuch **Well** (Rechtfertigung der Blackischen Lehre, Wien, 1771. 8.) zuerst angestellt hat.

Da beym Brennen fast die Helfte des Gewichts der Kalksteine verloren geht, so scheint der rohe Kalk durch diese Operation vielmehr etwas zu **verlieren**, als anzunehmen. Schon **Stahl** hat nach Macquers Bemerkung die salzartigen Eigenschaften des Kalkes, so wie aller Salze, aus der Vereinigung des wäßrichten und erdichten Grundstoffs erklärt, und angenommen, daß das Brennen den wäßrichten Grundstoff hinwegführe, daß aber diese Tren-

nung die Neigung des erdichten Theils gegen das Wasser nicht aufhebe, sondern sie vielmehr durch Verfeinerung der Erde noch mehr verstärke, daher die in der Kalkerde bereits angefangene salzartige Mischung im lebendigen Kalke noch vollkommner werde, wenn man ihn aufs neue mit Wasser vermische.

Durch die neuern Entdeckungen über die **Luftsäure**, s. **Gas, mephitisches**, ist diese Theorie weit mehr aufgeklärt und vollständiger gemacht worden. D. Black in Edinburgh (Exp. on Magnesia alba etc. in den Essays and obs. read before a Society in Edinb. Vol. II. p. 157.) zeigte im Jahre 1756 zuerst, daß die von ihm sogenannte **fixe Luft** hiebey eine sehr wichtige Rolle spiele, indem sie eben dasjenige ist, was aus dem rohen Kalke sowohl beym Brennen, als beym Aufgießen der Säuren, herausgeht. Er nahm den Kalk von Natur scharf und im Wasser auflöslich an, glaubte aber, daß die fixe Luft im rohen Kalke diese Schärfe und Auflöslichkeit vermindere, und mit ihm gleichsam ein Mittelsalz bilde. Durchs Brennen gehe die fixe Luft nebst dem Wasser, und dadurch zugleich ein Theil des Gewichts verloren; daher zeige nun der gebrannte Kalk seine Schärfe und Auflöslichkeit. An der Luft empfange er wieder fixe Luft, und kehre daher in den Zustand des rohen Kalks zurück. Das Aufbrausen mit den Säuren entstehe durch Entwicklung der fixen Luft, und falle beym lebendigen Kalke darum hinweg, weil dieser keine fixe Luft mehr enthalte. Die Kalkerde habe mehr Verwandschaft zur fixen Luft, als die Laugensalze; daher entziehe der gebrannte Kalk den letztern ihre fixe Luft, oder das, was sie vorher neutralisirte oder mild machte, werde aber dadurch selbst mild und in rohen Kalk verwandelt.

Diese Theorie ist durch die neuern Untersuchungen der Luftsäure immer mehr bestätiget worden. Nach **Bergmann** (De acido aëreo, §. 11.) ist der rohe Kalk ein schwer auflösliches Mittelsalz, welches ohngefähr 55 Theile reine Kalkerde, 11 Theile Wasser und 34 Theile Luftsäure enthält. Durch das Brennen werden die Luftsäure und das Wasser herausgetrieben, daher auch Bergmann den rohen Kalk

luftsäurehaltigen oder **milden** (Calx aërata), den gebrannten **reinen Kalk** (Calx pura) nennt. Obgleich die Luftsäure aus dem Kalkwasser rohen Kalk niederschlägt, und ihm die Auflöslichkeit benimmt, so löset doch die Uebersättigung mit Luftsäure den rohen Kalk selbst wieder auf, und verbindet ihn mit dem Wasser, ohne jedoch seine Aetzbarkeit wieder herzustellen. Auf diese Art können die Wasser, und besonders die Sauerbrunnen eine große Menge rohen Kalk in sich aufgelößt enthalten. Das Kochen, welches die Luftsäure austreibt, schlägt auch diesen rohen Kalk wiederum nieder. **Jacquin** (Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui. Vindob. 1769. 8) hat die Richtigkeit dieser Theorie durch entscheidende Versuche dargethan.

Die Erhitzung des gebrannten Kalks beym Löschen mit Wasser war noch das einzige Phänomen, um dessen willen viele Chymiker die Meyerische Idee beybehielten, daß sich beym Brennen Feuertheile mit dem Kalke verbänden, und beym Löschen wieder entwickelten, woraus auch noch viele die Aetzkraft herleiteten, die man aus einer vorgefaßten Meynung nicht gern für etwas anders, als für eine Wirkung des Feuers, halten wollte. Seitdem man aber von gebundner und freyer Wärme, und von der Natur der Kausticität richtigere Begriffe erlangt hat, werden diese Phänomene keinen Naturforscher mehr für die meyerische Hypothese einnehmen. Man weiß, daß Erhitzung überall entsteht, wo Feuer, das vorher gebunden war, frey wird, welches bey der Löschung des Kalks eben so, wie bey vielen andern Verbindungen verwandter Stoffe, statt findet; die Aetzbarkeit aber kan man für nichts anders, als für eine Wirkung der chymischen Verwandschaften oder Wahlanziehungen halten, s. **Kausticität**.

Das Binden und Erhärten des Mörtels ist eine Folge der großen Feinheit der Theile des gelöschten Kalks, welche sich auf die Oberfläche der harten Theile des Sandes genau ansetzen, und wegen der Menge der Berührungspunkte damit sehr stark zusammenhängen, s. **Cohäsion**. Zu dieser Härte des Mörtels trägt das Wasser viel bey, wel-

es man aus dem ältesten und trockensten Mörtel über dem
euer in großer Menge erhält Eben so überzieht das
alkwasser in unverstopften Gefäßen die Seitenwände mit
nem festen anhängenden Niederschlage, den man kaum an-
ers, als durch Abschleifen, hinwegbringen kan.

Außer dem Gebrauche in der Baukunst benützt man
uch den rohen und gebrannten Kalk zu Düngung der Fel-
er; beym Seifensieden, Haarbeitzen und Lederbereiten; in
er Färbekunst bey Bereitung des Indigs, Lakmuses
nd der Orseille, zum Bleichen, zur Einsaugung der Säu-
e bey Obst- und süßen Weinen, ingleichen beym Zucker-
eden; mit Eyweiß, Käse u. dgl. zum Kütten, und zu
ancherley chymischen Bereitungen. In der Arzneykunst
ird das Kalkwasser, aus Muschel- und Austerschalen be-
eitet, und mit Milch vermischt, als ein absorbirendes und
ugleich stärkendes Mittel, ingleichen als ein austrocknen-
es zu Heilung der Geschwüre in den weichen Theilen des
Körpers, und als Auflösungsmittel gegen Nieren- und
Blasensteine benützt.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi Art. Kalch,
einartiger oder erdichter.

Gren syst. Handbuch der Chemie. 1. Theil. S. 167—179.

**Kalke, metallische, Metallkalke, metallische
Erden,** Calces metallicae, *Chaux metalliques.* So nennt
an das, was übrig bleibt, wenn man die Metalle ihres
Brennbaren beraubt (**verkalkt, calcinirt**) hat, s. **Ver-
alkung.** Dahin gehört die Mennige aus dem Bley, die
innasche aus dem Zinn, das rothe Präcipitat aus dem
ueckfilber, und sehr viele andere ähnliche Materien. Die-
metallischen Kalke oder Erden sind nicht einfach, und
aben für jedes Metall besondere Eigenschaften; stimmen
er alle darinn überein, daß sie weniger schmelzbar, feuer-
ständiger, minder auflöslich in Säuren, und von gerin-
rer specifischen Schwere, aber von **größerm absoluten
Gewichte** sind, als die Metalle, aus denen sie entstehen. Aus
00 Pfund Bley z. B. erhält man über 110 Pfund Bleykalk.

Man kan die Metalle entweder durch das Feuer an

freyer Luft, mittelst einer Art von Verbrennung, oder durch Auflösung in Säuren, vorzüglich in der Vitriol- und Salpetersäure, oder durch die Verpuffung mit dem Salpeter in Kalke verwandeln. Durch alle diese Mittel verlieren sie ihre metallischen Eigenschaften desto mehr, je stärker sie dadurch des in ihnen enthaltenen Phlogistons beraubt werden.

Von dem lebendigen Kalke, (s. den vorhergehenden Artikel) sind diese metallischen Erden zwar sehr wesentlich unterschieden, sie haben aber doch mit ihm die ähnliche Eigenschaft, daß sie die Laugensalze ätzbar machen. Daß man aber beyden Substanzen einerley Namen gegeben hat, kömmt wohl daher, weil man ehedem alles **Kalk** nannte, was durch die Wirkung des Feuers ohne Flamme in ein erdichtes Pulver zerfallen war.

Unter den Erscheinungen der Metallkalke ist die beträchtliche Vermehrung des absoluten Gewichts bey der Verkalkung gewiß eine der merkwürdigsten. Man hat sie frühzeitig wahrgenommen, und auf mannichfaltige Art zu erklären gesucht. Schon im Jahre 1630 leitete sie **Jean Rey** (Essais sur la recherche de la cause pour laquelle l'Estain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine, à Bazas, 8.) von der Luft her, welche die Zinn- und Bleykalke bey der Verkalkung einsaugten. Man verließ aber diese Meynung wieder, und erklärte mit **Boyle** (New experiments to make fire and flame stable and ponderable, Lond. 1673. 8. und in *Boyle's* Works, Vol. III.) und **Lemery** (Mém. de l'acad. de Paris, 1712.) dieses Schwererwerden aus beygetretenen Feuertheilen. Als die Theorie des Brennbaren bekannter ward, und man die Verkalkung allgemein für eine Beraubung des Phlogistons erkannte, schien es denen, welche Feuer und Phlogiston nicht deutlich unterschieden, widersprechend, daß beym Verluste des letztern dem Kalke mehr Feuertheile beytreten sollten (Diss. sur la cause de l'augmentation de poids, que certaines matieres acquiérent dans leur calcination par le P. *Béraud*. à la Haye 1748. 8. *Vogel* Progr. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcin. examinat. Gott. 1753. 4.) und es blieb bey einer

Menge darüber vorgetragener Hypothesen die Sache immer ein unerforschliches Räthsel. **Meyer** glaubte es durch das Kausticum, oder Acidum pingue aufzulösen, welches er vom brennbaren Wesen unterschied, und aus dem Küchenfeuer in die Kalke über gehen ließ; allein es fehlte dieser angenommenen Ursache überhaupt an hinlänglichen Beweisen Die Herren **de Morveau, Maret** und **Dürande** (Elemens de Chymie theorique et prâtique. à Dijon, 1777. 12mo. übers. von **Weigel**, Leipz. III. Th. 1778 — 1780.) haben das Phlogiston als eine Materie ohne Schwere, oder gar als eine solche betrachtet, welche durch absolute Leichtigkeit das Gewicht der Körper, denen sie beytritt, vermindere, welcher Begriff, ob ihn gleich manche neuere Chymiker annehmen, dennoch mit den ausgemachtesten Grundsätzen der Physik streitet, nach welchen jede Materie schwer ist. Wollte man auch diese Verminderung blos auf das **relative Gewicht** beziehen, das die Körper in der Luft haben, so wie ein Stein unter Wasser leichter wird, wenn man eine Blase voll Luft daran bindet, so würde doch dieser Erklärung der Umstand entgegen stehen, daß die Metalle zugleich **specifisch schwerer** sind, als ihre Kalke.

Die neuern Bearbeitungen der Lehre von den Gasarten haben endlich auf die alte schon von **Rey** vorgetragne Meynung wieder zurückgeführt, nachdem auch **Hales** und **Priestley** gefunden hatten, daß die Metallkalke eine große Menge gasartige Materien enthielten. Wenn man diese Kalke durch Schmelzen mit zugesetztem Phlogiston zu Metallen **wiederherstellet**, oder **reduciret**, so entsteht allezeit ein starkes Aufbrausen, und es entwickelt sich eine Menge gasartiger Materie. **Lavoisier** (Opuscules chym. et phys. To. I. p. 285. To. II. p. 311. sq.) und **Bayen** (in *Rozier* Journ. de phys. To. III. p. 120. T. VI. p. 487. To. VII. p. 390. sq.) haben es durch zahlreiche Versuche höchst wahrscheinlich gemacht, daß dem Metalle bey der Verkalkung ein Antheil von **dephlogistisirter Luft** aus der Atmosphäre beytrete. Die vorzüglichsten Beweise dafür sind, daß die Verkalkung nie ohne Zutritt der Luft von statten geht, daß sich bey der Reduction der Kalke Gasarten ent-

wickeln, deren Gewicht mit dem Uebergewichte der Kalke übereinkömmt, und daß endlich bey jeder Verkalkung eine Menge Luft verschluckt wird, die mit der Menge des erhaltenen Kalks im Verhältnisse steht. **Lavoisier** setzte abgewogenes Zinn in einer gläsernen verschloßnen Retorte dem Feuer aus. Die Verkalkung hörte bald auf, und die Retorte selbst wog noch soviel, als vorher — ein sicherer Beweis, daß der Zuwachs des Gewichts bey dem Kalke nicht von Feuertheilen herrühre. Als er aber die Spitze der Retorte abbrach, fuhr die äußere Luft mit einem Zischen hinein, und obgleich die Retorte ihr voriges Gewicht behalten hatte, fand sich doch beym Zinne eine Vermehrung desselben. **Bayen** untersuchte besonders die Quecksilberkalke, und erhielt bey Wiederherstellung derselben allezeit eine Menge luftähnlicher Materie, welche der Menge des reducirten Metalls und dem Unterschiede des Gewichts angemessen war. Beyde Chymiker schließen hieraus sehr richtig, daß die Metallkalke durch das Hinzukommen einer Gasart an Gewichte zunehmen; sie gehen aber noch viel weiter, schreiben die ganze Ursache der Verkalkung und Reduction dieser Gasart allein zu, und suchen dadurch das Phlogiston ganz aus den Erklärungen der Chymie zu verbannen, s. **Phlogiston**.

Bey der Verkalkung des Zinns in einer gläsernen Retorte zeigte die übrigbleibende Luft alle Kennzeichen der **phlogistisirten**, führte aber wenig oder gar keine fixe Luft bey sich. **Lavoisier** kan dies sehr leicht erklären, da nach ihm die unreine Luft einen besondern von Natur vorhandnen Theil der respirabeln ausmacht, welcher nothwendig zurückbleiben muß, wenn der reinere Theil in den Metallkalk eingesogen wird. **Priestley** hingegen war mehr geneigt zu glauben, daß die Phlogistication der Luft von dem, dem Metalle entzognen, Brennbaren herrühre, und die bey solchen phlogistischen Processen gewöhnlich entstehende fixe Luft dasjenige sey, was in den Kalk übergehe, und dessen Gewicht vermehre, wie denn auch das bey der Wiederherstellung der Kalke entwickelte Gas größtentheils fixe Luft ist.

llein die Phänomene der Quecksilberniederschläge, (s. den lrt.: **Gas dephlogistisirtes**), welche sich ohne Zusatz on Phlogiston reduciren lassen, und dabey keine fixe, son- ern die reinste dephlogistisirte Luft geben, machen es wahr- cheinlicher, daß bey der Verkalkung der Metalle bloß der eine oder dephlogistisirte Theil der Luft eingesogen werde, nd die fixe Luft bey der Reduction auf eine bisher noch nbekannte Art durch das zugesetzte Brennbare entstehe, **Verkalkung**.

Nach **Crawford's** Theorie und Versuchen binden die Metallkalke allerdings mehr Feuer, als die Metalle selbst, ur daß hieraus die Zunahme ihres Gewichts nicht herge- eitet werden kan. Die specifische Wärme oder Capacität Feuer zu binden ist (die des Wassers = 1 gesetzt) für Eisen, Zinn, Bley und Spießglaskönig 0,125; 0,068; 0,050; ,086; für ihre Kalke 0,320; 0,096; 0,068; 0,220.

Macquer Chymisches Wörterb., Art. Kalche, metallische.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipzig, 786. gr. 8. S. 235.

Kalkerde, Terra calcarea, *Terre calcaire*. Eine gne von den übrigen wesentlich verschiedene Erde, welche n natürlichen Zustande mit allen Säuren brauset, durch ie Wirkung des Feuers aber die Kennzeichen des lebendi- en Kalks annimmt. Bey dem Worte: **Kalk** ist gezeigt orden, daß diese Erde oder der rohe Kalk im natürlichen ustande eine große Menge **Luftsäure** bey sich führe, wel- e durch die Säuren sowohl, als durch das Feuer, heraus- etrieben wird. Allem Ansehen nach liegen die Aetzbarkeit, uflöslichkeit im Wasser und übrigen Eigenschaften des bendigen Kalks schon im rohen Kalke selbst, werden er durch die Verbindung mit der Luftsäure in hohem rade geschwächt, und zeigen sich erst alsdann wieder, enn die Luftsäure hinweggetrieben ist. Dem zufolge ist ie Kalkerde von Natur mit Luftsäure gesättiget, und giebt on derselben befreyt den **lebendigen Kalk**, der den Lau- ensalzen ähnlich ist.

Das Aufbrausen mit den Säuren ist das gewöhnliche Kennzeichen, wodurch man die Kalkerde von andern erdichten Materien, und vornemlich von der Kieselerde, unterscheidet. Doch ist hiebey zu bemerken, daß die Kalkerde, wenn die Säuren sehr verdünnt sind, oder wenn sie von ihrem Gas schon befreyt ist, nicht mehr brauset, ingleichen, daß es noch mehrere mit den Säuren brausende Materien giebt (wovon bey dem Worte **Gas** häufige Beyspiele vorkommen), die man also noch durch andere **Kennzeichen** von den kalkartigen Stoffen unterscheiden muß.

Die Kalkerde giebt mit der Vitriolsäure den **Selenit** oder **Gyps**, mit der Kochsalzsäure den **fixen Salmiak**, mit der Flußspathsäure den **Flußspath**, mit der Salpetersäure das **salpetrige Kalksalz** oder den **balduinschen Phosphorus**, mit den vegetabilischen Säuren den **Essigselenit**, **Weinsteinselenit**, **Citronenselenit** u. s. w. mit der Fettsäure das **thierische Kochsalz**, und mit der Ameisensäure den **Ameisenselenit**. Sie zersetzt alle Salmiaksalze, verbindet sich mit den Säuren derselben, und macht das flüchtige Alkali daraus frey.

Sie ist für sich allein im strengsten Feuer unschmelzbar, mit den feuerbeständigen Laugensalzen aber fließt sie durch die Hitze nach **Achards** Versuchen (Samml. phys. und chem. Abhandl. B. 1. S. 379 und 444.) zu einer Art von Glas.

Da die Decken aller Schalthiere aus einer sehr reinen Kalkerde bestehen, und man die Ueberbleibsel der ehemaligen Seethiere vorzüglich in den kalkartigen Schichten des Erdbodens antrifft, so haben sehr viele Geologen mit **Buffon** den Ursprung aller Kalkerde und kalkartigen Materien überhaupt von den Schalthieren hergeleitet. Sollte dieß auch nicht allgemein gelten, so ist es doch von einigen Kalkschichten gar nicht zu läugnen, in welchen die Trümmern ehemaliger Conchylien so häufig sind, daß sie bey weitem den größten Theil der ganzen Masse ausmachen. Wenn man die unbeschreibliche Menge der in den Kalklagern be-

rabnen Muscheln und Schalthiere nur einigermaßen kennt,
› findet man den Gedanken, daß alle Kalkerde von ihnen
erkomme, nicht mehr so übertrieben, als er auf den ersten
Inblick zu seyn scheinet.

Man findet die Kalkerde auch in der Asche der Pflanzen, und in den Knochen der Thiere, am allerhäufigsten ber im Mineralreiche, wo die kalartigen Berge, Flötze nd Lager eine eigne Classe der Gebirge ausmachen, daß lso die Kalkerde gewiß unter die Stoffe gehört, welche in er Natur am allgemeinsten verbreitet sind.

Kalksteine, Lapides calcarei, *Pierres calcaires*. Diejenige Classe von Steinen, deren einziger und vorzügichster Bestandtheil die Kalkerde ist. Diese Steine rausen, wenn man Scheidewasser darauf tröpfelt, geben nit dem Stahle nicht Feuer, schneiden nicht in Glas, und erfallen gebrannt in lebendigen Kalk. Dahin gehört die Kreide, die Bergmilch (Lac lunae), der gemeine Kalkein, der, wenn er farbicht und fest genug ist, den Namen es Marmors führt, der Kalkspath, Stalaktit oder Tropfein u. a. m. Mit Vitriolsäure vermischt findet man die Kalkerde in den Gypssteinen, s. **Gyps**; mit dem Phloiston im Stinksteine und Lebersteine, mit Thon in den Mergelarten u. s. w.

Kalt, Frigidum, *Froid*. Wir nennen einen Körper kalt, entweder in Vergleichung mit andern, welche nehr freye, fühlbare Wärme bey sich haben; oder in Beiehung auf unser Gefühl, wenn er weniger freye Wärme at, als der Theil unsers Körpers, den er berührt. Im etztern Falle nemlich entzieht er unserm Körper Wärme, nd erregt dadurch die Empfindung, die wir Kälte nennen. Kalt heißt also: Weniger warm, als etwas anderes, oder ls unser Körper, s. **Kälte**.

Kaltmachende Materie, Materia frigorifica, *Matiere frigorifique*. Nach der Art der Scholastiker, die ür jedes Phänomen eine eigne Ursache oder Qualität an-

nahmen, erklärten sonst auch die Chymiker die **Kälte** für Wirkung eines eignen kaltmachenden Stoffs, den sie in den Salzen, und besonders im Salpeter suchten, den man aber bey den Erklärungen der Kälte sehr wohl entbehren kan, zumal da sich sein Daseyn durch keine Erfahrung beweisen läßt, s. **Gefrierung, Kälte.** In einem andern Sinne wird der Name **kaltmachender Materien** denjenigen Auflösungen beygelegt, welche viel Wärmestoff binden, und daher die berührenden Körper erkälten, wie z. B. die Mischungen von Schnee und Salz, Schnee und Salzgeist rc. s. **Kälte, künstliche.** Schicklicher nennt man sie **erkältende Mischungen.**

Kapselbarometer, s. **Barometer.**

Katakustik, Kataphonik, Catacustice, Cataphonice, *Catacoustique, Cataphonique.* Diese eben nicht oft vorkommende Namen führt die Lehre vom zurückgeworfenen Schalle, oder derjenige Theil der Akustik, welcher von dem Echo handelt. Das Hauptsächlichste hievon findet man bey dem Worte: **Echo.**

Katarakte, Cataracta, *Cataracte.* Dieses griechische Wort bedeutet seiner Ableitung nach etwas, das von oben herabstürzt. In der Naturlehre kömmt es in dreyerley Bedeutungen vor. Zuerst heißt es, wie schon bey den Alten, ein **Wasserfall,** (*Cataracte d'eau*) s. die Art. **Flüsse, Wasserfälle.**

Dann hat **Newton** (Princip. L. II. Prop. 36.) mit dem Namen der **Katarakte** den Raum belegt, in welchem das aus einem Gefäße durch eine Oefnung im Boden ausfließende Wasser, vor dem Ausfließen, enthalten ist. Die Gestalt dieses Raums ist ähnlich mit der Gestalt des ausfließenden Wasserstrals selbst, welche **Gulielmini** (Mensur. aqu. fluent. L. V. P. 9.) figuram cadentis nennt, und durch eine der newtonischen ähnliche Gleichung bestimmt, daher man auch dieser Gestalt den Namen der Katarakte beylegt. **Newton** bedient sich seiner Idee sehr

nnreich zu einigen hydrodynamischen Bestimmungen; aber Joh. Bernoulli (Hydraul. P. II. art. 60.) und d'Alembert (Traité des fluides, art. 176 — 182.) haben gegen seine Methode sehr erhebliche Erinnerungen gemacht.

Endlich giebt man den Namen Cataracta auch der Blindheit durch Verdunkelung der Krystallinse, welche sonst der graue Stahr (Gutta opaca, Caligo lentis) genannt wird, s. Auge, Gesichtsfehler.

Katoptrik, Catoptrica s. Catoptrice, *Catoptrique*. Diesen Namen führt die Lehre vom Sehen durch zurückgeworfene (reflectirte) Lichtstralen, oder von dem Lichte, das von Spiegelflächen abprallet, s. **Zurückwerfung der Lichtstralen.** Sie heißt sonst auch die **Anakamptik**, und macht einen Theil der optischen Wissenschaften aus. Es wird in der Katoptrik zuerst das Gesetz der Zurückwerfung erklärt, aus welchem sich die Wege der Lichtstralen, die von ebnen und krummen Flächen abprallen, bestimmen, und daher auch die Eigenschaften der ebnen und krummen **Spiegel** ableiten lassen. Dies wird auf die Verfertigung einiger Werkzeuge angewendet, welche unter andern die Absicht haben, dem Auge Hülfsmittel des Sehens zu verschaffen, und die, wenn darinn Spiegel mit Gläsern verbunden werden, den Namen **katadioptrischer Werkzeuge** führen.

Von der Theorie der Zurückwerfung des Lichts und von den Spiegeln war den Alten weit mehr, als von der Brechung, bekannt. Sie bedienten sich nicht nur der Metallspiegel zum gemeinen Gebrauch, sondern sie kannten auch die Vergrößerung und zündende Eigenschaft der Hohlspiegel, s. die Worte: **Spiegel, Brennspiegel, Hohlspiegel.**

Die Anfangsgründe der Optik und Katoptrik, welche man dem **Euklides** zuschreibt, und die sich mit in des **Gregory** Ausgabe der euklideischen Werke (Oxon. 1706. fol.) befinden, werden von Savile und Gregory für untergeschoben und des Euklides unwürdig erklärt. Die Katoptrik enthält einige ganz falsche, oder nur halb wahre

und nicht genug bestimmte Sätze. So wird z. B. blos gesagt, der Hohlspiegel vereinige Sonnenstralen, welche in gleicher Entfernung von der Axe auffallen, **irgendwo** zwischen dem Mittelpunkte und dem Spiegel; und gleich darauf wird der Mittelpunkt selbst für den Ort angenommen, wo die meisten Stralen zusammenkommen, weil von jedem Punkte der Sonne ein Stral durch ihn gezogen, vom Spiegel wieder in ihn zurückgeworfen werde. Ein Geometer, wie Euklid, hätte wohl übersehen müssen, daß es dadurch im Mittelpunkte höchstens nur doppelt so warm werden könne, als es ohne Spiegel daselbst ist.

Des **Ptolemäus** Bücher von der Optik, welche **Baco** anführt, sind zwar verlohren; es scheint aber **Alhazen** sehr viel daraus in sein Werk übergetragen zu haben, welches im eilften Jahrhunderte in sieben Büchern aufgesetzt, und von **Friedrich Risnern** (Opticae thesaurus, Basil. 1572. fol.) herausgegeben worden ist. In diesem Werke findet sich unter vielen andern katoptrischen Sätzen auch eine Auflösung des Problems: Auf einem Kugelspiegel den Reflexionspunkt zu finden, wenn die Orte des Auges und des Gegenstandes gegeben sind. **Alhazen** giebt eine Auflösung davon vermittelst der Hyperbel, durch eine geometrische Analysis, die ihm, wenn sie seine eigne Erfindung wäre, einen hohen Rang unter den Geometern der vorigen Zeit anweisen würde. Da man aber bey den Arabern in der höhern Geometrie keine ähnlichen Erfindungen weiter antrifft, so vermuthet **Montucla** nicht ohne Grund, daß diese Solution den griechischen Mathematikern zugehöre, und aus dem Ptolemäus entlehnt sey. Inzwischen heißt die Aufgabe selbst noch bis jetzt das **Problem des Alhazen**. Noch im vorigen Jahrhunderte haben sich die größten Geometer mit ihr beschäftiget (s. **Huygens** und **Slusius** Auflösungen in Philos. Trans. Num. 97. 98.), und Herr **Kästner** (Problematis Alhazeni analysis trigonometrica in Nov. Comm. Gott. To. VII.) hat eine schöne Auflösung derselben durch die trigonometrische Analysis gegeben.

Da das Gesetz der Zurückwerfung sehr einfach ist, so ward der theoretische Theil der Katoptrik mit Hülfe der

Geometrie bald aus demselben entwickelt. Den Satz, daß
er Brennraum des hohlen Kugelspiegels um den vierten
Theil des Durchmessers vom Spiegel absteht, gab
Porta (De refractione, Neap. 1593. 4.) zuerst an. Kep-
er (Paralipomena ad Vitell. Frf. 1604. 4.) und Bar-
ow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) trugen die kat-
ptrischen Sätze, als geometrische Folgen des Hauptgese-
es der Reflexion, schon ziemlich vollständig vor. Der
etztere nahm über den scheinbaren Ort der Bilder in den
rummen Spiegeln einen neuen Grundsatz an, und veran-
aßte dadurch die Untersuchungen und Streitigkeiten, von
velchen bey dem Worte: **Bild**, einiges vorkömmt.

Was seitdem in der Katoptrik geleistet worden ist, hat
rößtentheils den praktischen Theil, d. i. die Verfertigung
er Spiegel und ihre Anwendungen zu mancherley Absich-
en betroffen. Das Meiste hievon findet man bey den Wor-
en: **Brennspiegel**, **Spiegel**, **Spiegelteleskop**, **Mikroskop**, **Polemoskop**, **Anamorphose** rc. erzählt.
Man hat es besonders in Verfertigung der Metallspiegel
u Teleskopen zu einer großen Vollkommenheit gebracht;
ie Spiegel des Herrn **Herschel** übertreffen in dieser Ab-
icht alles, was man nur hoffen konnte, und haben uns
hon zu ganz neuen und unerwarteten Entdeckungen am Him-
el verholfen.

Eine vollständige Anwendung der allgemeinen Arith-
etik auf die Katoptrik hat Her **Kästner** (Vollständiger
ehrbegrif der Optik, nach dem Englischen des **Smith**,
it Aenderungen und Zusätzen von **Kästner**, Altenb.
766. 4. Analytische Katoptrik, S. 81—98.) geliefert.

Die Geschichte der optischen Wissenschaften, mithin
uch der katoptrischen Entdeckungen und Werkzeuge, haben
ie Herrn **Priestley** und **Klügel** (**Priestley** Geschichte
nd gegenwärtiger Zustand der Optik, übers. mit Anm.
nd Zus. von **G. S. Klügel**, Leipzig, 1776. gr. 4.) vor-
efflich bearbeitet. Verzeichnisse von Schriften hiezu geben
Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathema-
schen Schriften, im 4ten Buche der Anfangsgr. math.
Wiss. Cap. 10.) und vollständiger Herr **Scheibel** (Ein-

leitung zur mathematischen Bücherkenntniß, 9tes Stück, Breslau, 1777. 8.).

Kausticität, **Aetzbarkeit**, **Aetzkraft**, **Beizende Kraft**, Vis caustica, corrosiva, *Causticité*. Die scharfe und fressende Eigenschaft vieler Substanzen, z. B. der concentrirten **mineralischen Säuren**, der **Laugensalze**, des **lebendigen Kalks**, **Arseniks**, **ätzenden Quecksilbersublimats**, der **Silberkrystallen**, **Spießglasbutter** rc., vermöge welcher sie die Theile des thierischen Körpers zersetzen, und daher auf denselben innerlich als Gifte, äußerlich als Aetzmittel wirken; überhaupt aber auch an unorganisirten Körpern auflösende Kräfte ausüben. Man wird schon aus dieser Beschreibung sehen, daß die Aetzbarkeit in einer starken Auflösungskraft oder in einer sehr thätigen Verwandschaft mit vielen Substanzen, bestehe.

Die große Aehnlichkeit zwischen den Wirkungen der Aetzmittel und des Feuers, bewog die Chymiker, das Feuer für die einzige ätzende Substanz anzunehmen und die Kausticität des Kalks, der Laugensalze und der Säuren aus den Feuertheilchen herzuleiten, welche sich in den Zwischenräumen dieser Substanzen befänden. Aus dieser Theorie hat schon **Lemery** mit ungemeiner Leichtigkeit eine große Menge chymischer Erklärungen hergeleitet. **Meyer** in Osnabrück (Chym. Vers. zur nähern Kenntniß des ungelöschten Kalks rc. Hannover, 1764. 8.) änderte sie dahin ab, daß er anstatt des reinen Feuers, vielmehr eine Mischung desselben mit einer Säure, unter dem Namen des **Kausticums** oder der **fetten Säure** für den Grund aller Aetzbarkeit annahm — eine Theorie, die er mit sorgfältigen und an sich sehr schätzbaren Erfahrungen zu unterstützen suchte. **Baume** (Chymie experimentale et raisonnée, à Paris, 1773. III. To. 8. übersetzt von **J. C. Gehler**, Leipzig, 1775. 1776. III Th. gr. 8.) verwarf zwar das Meyerische Kausticum, und nahm dafür das **fast reine Feuer** an, welches sich in unendlich verschiedenen Verbindunszuständen mit andern Körpern befinden

önne; er erklärt aber hieraus die Aetzbarkeit des Kalks, er Laugensalze, Säuren &c. eben so, wie Meyer, und etzt noch hinzu, daß das Feuer die einzige Ursache des Geschmacks der Salze sey, als welcher bloß in den Modificationen ihrer Aetzkraft bestehe.

Indessen hatte D. Black in Edinburgh seine Versuche über die in den Kalkerden und Laugensalzen enthaltene **fixe Luft** schon im Jahre 1756 bekannt gemacht. Diese Versuche bewiesen deutlich, daß die gedachten Substanzen im natürlichen Zustande mit einer Menge fixer Luft gesättiget sind, und daß sie nur in demjenigen Grade ätzbar werden, in welchem man sie durch das Feuer oder durch andere Mittel von dieser gasartigen Materie befreyet; daß die Laugensalze durch die Sättigung mit fixer Luft ihre Aetzkraft verlieren und **mild** werden; daß der lebendige Kalk den Laugensalzen dieses Gas wieder entziehet, wodurch er selbst **mild** wird, die Salze aber die Aetzbarkeit wieder erhalten; daß endlich die Alkalien im Zustande der Milde oder der Sättigung mit Gas der Krystallisirung fähig sind, durch die Entziehung des Gas aber mit der Kausticität zugleich die größte Zerfließbarkeit erhalten.

Diese wichtige Entdeckung einer Materie, auf welche man bey den bisherigen Theorien gar nicht gerechnet hatte, und welche Feuer und Kausticum hiebey völlig zurückwies, mißfiel den Chymikern, die sich mit den vorigen leichten Erklärungen befriediget hatten, und veranlaßte anfänglich Mißtrauen und Einwendungen gegen die von **Priestley** weiter bearbeitete Lehre von den Gasarten. Sie ward aber bald von einigen großen Chymikern in Deutschland und Frankreich, von **Jacquin, Well, Lavoisier** (Opuscules chym. et phys. Paris, 1774.) mit einer Gewißheit bestätiget, die keine weitern Zweifel zuließ.

Einer der stärksten Gründe für das alte System war dieser, daß die Säuren mit rohem Kalk und milden Alkalien kaum eine merkliche Wärme erzeugen, da sie hingegen mit dem lebendigen Kalke und ätzenden Laugensalzen eine brennende Hitze hervorbringen. Diese Erhitzung hatte man sonst aus dem Feuer der ätzenden Stoffe so leicht er-

klärt, daß es schwer hielt, die Erklärung aufzugeben, zumal da sich nicht gleich eine andere an ihre Stelle setzen ließ. **Macquer** bemüht sich, den Mangel der Erhitzung bey den milden Substanzen aus dem Aufbrausen herzuleiten, welches er als eine Kälte erzeugende Ausdünstung ansieht, und das bey den ätzenden ihres Gas schon beraubten Materien hinwegfällt. Weit natürlicher aber ist es, nach den jetzt geltend gemachten Begriffen von Wärme, zu sagen, daß die ätzenden Substanzen mehr Wärme zu binden vermögend sind, als die milden.

Inzwischen haben doch viele neuere Chymisten zugleich mit der Theorie des **D. Black** noch einige Wirkung des Feuers bey der Aetzbarkeit angenommen. **Macquer** selbst sieht das freye Feuer als eine Bedingungsursache hiebey an, weil es die einzige Ursache der Flüßigkeit ist, ohne welche keine Auflösung, also auch kein Aetzen und kein Geschmack, statt finden kan; so wie auch Niemand läugnen wird, daß das freye Feuer selbst das lebhafteste Aetzmittel sey, auch die Aetzkraft und den Geschmack anderer Substanzen verstärke.

Die Aetzkraft der Körper nimmt desto mehr ab, je mehr sie gesättiget, oder je genauer und stärker ihre Theile unter sich und mit andern verbunden werden. Ein kaustisches Laugensalz, mit Luftsäure gesättiget, hat noch immer einen großen Theil seiner Thätigkeit übrig, und verliert noch nicht die Kennzeichen der Alkalien: mit Oelen oder Fetten verbunden, mit denen es sich genauer vereinigen kan, giebt es die Seifen, in welchen die auflösende Kraft schon weniger merklich ist: mit den Säuren, mit denen es eine sehr innige Verbindung eingeht, giebt es Neutralsalze, z. B. den vitriolisirten Weinstein, welche wenig auflösende Kraft und nur einen mäßigen Salzgeschmack haben: auf die Erden endlich äußert es mit Hülfe des Schmelzfeuers seine Kraft so vollkommen, daß sie völlig erschöpft wird, und das daraus entstehende Glas nicht die geringste Spur von Aetzbarkeit oder Geschmack übrig behält. Aus allen diesen Produkten läßt sich auch das Alkali desto schwerer scheiden, je geringer die Aetzbarkeit geworden ist. Eben

ist es mit den Säuren; die Salpetersäure z. B. verliert
)re auflösende Kraft, wenn sie auf Kalkerden gewirkt hat,
e behält aber dieselbe, wenn sie Zinn zerfressen hat; sie ist
emlich mit der Kalkerde in Vereinigung getreten, vom
Zinne aber abgesondert geblieben.

Diesen Betrachtungen zufolge hält **Macquer** die Kaus-
ticität für nichts anders, als für die allgemeine Kraft,
nit welcher alle Theile der Materie sich genau zu vereinigen
streben. Sind die Grundstoffe eines Körpers schon in die-
ser genauen Vereinigung, wie im Kiesel rc., so ist diese
Kraft befriediget oder verwendet, und ein solcher Körper
zeigt weder Aetzbarkeit, noch Geschmack, noch Auflösungs-
kraft. Ist hingegen durch irgend eine Ursache dieses Stre-
ben nach Vereinigung in den Theilen eines Körpers oder
einer Mischung noch gar nicht oder nicht völlig befriediget,
so besitzen dieselben einen Grad von Aetzbarkeit, Geschmack
und Auflöslichkeit, der dem übriggebliebenen oder noch
nicht verwendeten Vereinigungsbestreben angemessen ist.

Diese sehr einfache Erklärung der Aetzbarkeit würde
der Aufmerksamkeit der Chymiker, die schon soviel von den
Verwandschaften und Aneignungen der Körper unter einan-
der wußten, nicht entgangen seyn, wenn sie nicht blos auf
dasjenige gesehen hätten, was der vom Aetzmittel ange-
griffene Körper leidet. Sie blieben bey der Zerfressung der
Haut, dem Schmerze, der Hitze, der Entzündung stehen,
welche alle den Wirkungen des Feuers so ähnlich sind, ohne
zu erwägen, daß dabey das Aetzmittel selbst sich mit dem
aufgelösten Körper vereiniget, dadurch seine Aetzbarkeit
verliert, dieselbe aber sogleich wieder erhält, sobald man es
durch irgend ein Mittel von dieser Vereinigung befreyet.
Diese Umstände zeigen, daß das Aetzen nichts weiter, als
eine wechselseitige Auflösung sey, daher man Ursache genug
hat, es eben so, wie jede andere Auflösung, aus dem all-
gemeinen Vereinigungsbestreben oder der chymischen Ver-
wandschaft, zu erklären. So wird diese in der Chymie
höchst merkwürdige Erscheinung auf das allgemeine Phäno-
men der Attraction zurückgebracht, von dem sich bisher noch

keine weitere Ursache angeben läßt, s. **Attraction, Verwandschaft.**

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Aetzbarkeit.

Keil, Cuneus, *Coin.* Der Keil ist eine von den sechs einfachen Maschinen oder Potenzen der Mechanik. Er besteht aus einem dreyeckichten Prisma ABC, Taf. XII. Fig. 86., von dem zwo Seitenflächen AC und BC, die einen spitzigen Winkel C mit einander machen, durch eine Gewalt, die auf die dritte Seitenfläche AB wirkt, z. E. durch Gewichte oder Schläge, zwischen Dinge getrieben werden, die man von einander sondern, z. B. zwischen Holz, um es zu spalten. Man sieht ihn insgemein als zwo schiefe Flächen ADC und BDC an, die mit ihren Grundflächen DC an einander gefügt sind, und gewöhnlich einander gleich und ähnlich genommen werden.

Die mechanischen Schriftsteller sind über die Theorie des Keils sehr verschiedener Meynung gewesen. **Aristoteles** in den mechanischen Fragen sahe den Keil, wie zween entgegengesetzte Hebel, **Mersenne** als einen Hebel der zweyten Art an; die Meisten betrachteten ihn als eine Zusammensetzung zwoer schiefer Flächen. Das Verhältniß der Kraft zur Last für den Fall des Gleichgewichts geben **Mersenne** und **Parent** wie AD : DC, **Descartes, Wallis, Dechales** und **Keill** wie AB : DC, **Borellus** wie AD : AC, **Casati** und **de la Hire** wie EG : GC, **Varignon** wie EG : GF an. Der Freyherr **von Wolf** folgt in den deutschen Anfangsgründen der Mechanik dem Mersenne, in den lateinischen dem Wallis; und **s'Gravesande** nimmt für die einfachen Fälle des Wallis, für das Holzspalten des de la Hire Meynung an.

Georg Friedrich Bärmann, vormals Professor der Mathematik zu Wittenberg (Diss. de cuneo. Wittenb. 1751. 4.), hat die Lehre vom Keile im Allgemeinen abgehandelt, und erwiesen, daß sich überhaupt für das Gleichgewicht beym Keile die Kraft zum Widerstande, wie

$$\sin. ACD \times \sin. GEF : \cos. CEF$$

verhalte. Ist hiebey die Richtung EG, nach der das

Holz zusammenzugehen strebt, senkrecht auf die Seite des Spalts EF, wie dies doch mehrentheils der Fall seyn wird, so wird sin. GEF = 1, und cos. CEF = sin. CEG, daher sich das angegebne Verhältniß in

sin. ACD : sin. CEG oder EG : GC

verwandelt, daß also für diesen Fall **de la Hire's** Meynung richtig ist.

Wenn der Keil an der Seite des Spalts völlig anliegt, wie die Gewölbsteine, welche mit den Seitenflächen an einander passen, so wird GC = GE. Für diesen Fall ist also **Varignons** Angabe richtig; zugleich auch die des **Borellus**, weil sich wegen der ähnlichen Dreyecke CEG und CDA, EG : GC wie AD : AC verhält.

Für alle diese Fälle verhalten sich auch die Räume, durch welche Kraft und Last zugleich bewegt werden, umgekehrt, wie Kraft und Last selbst, oder wie GC : EG. Denn, indem der spaltende Keil um den Raum GC eindringt, wird der Theil des gespaltenen Körpers, der anfänglich in G war, nach E gedrückt, also um den Raum EG fortbewegt.

Ist hingegen die Richtung, nach welcher die getrennten Körper widerstreben, wie Taf. XII. Fig. 87., nicht senkrecht auf die Seite, sondern parallel mit AB, so verwandelt sich das Verhältniß EG : GC in AD : DC, d. i. in das von **Mersenne** und **Parent** angenommene, wobey sich wiederum die Räume in dem umgekehrten Verhältnisse GC : EG befinden, weil der Keil um den Raum GC eindringen muß, wenn der Körper E von G bis E fortgebracht werden soll.

Das von **Descartes** und **Wallis** angegebne Verhältniß AB : DC kan bey einem Keile, wie hier angenommen wird, gar nicht statt finden. Die Vertheidiger desselben haben es aus dem Satze hergeleitet, daß sich die Räume umgekehrt, wie die Kräfte verhalten. Sie haben aber dabey die Linie EH fälschlich für den Raum angenommen, durch den sich die getrennten Theile E und H bewegt hätten. Freylich sind diese Theile, die anfänglich in G beysammen waren, jetzt um diese Linie von einander entfernt;

jeder an sich aber ist doch nur durch GE oder GH, d. i. nur durch die Helfte dieser Linie gegangen. Anstatt also das Verhältniß der Kräfte, wie EH : GC zu setzen, sollten sie es vielmehr EG : GC oder wie AD : DC annehmen, und s'Gravesande (Physices elem. mathematica, Leid. 1742. 4maj. To. I. Tab. X.), der das falsche Verhältniß durch einen Versuch erweisen will, hat sich, wie Bärmann (§. VI.) sehr deutlich zeigt, in Bestimmung der Kraft, mit welcher seine beyden Walzen gegen einander gezogen werden, gröblich geirret.

Die Umstände, welche die Theorie voraussetzt, sind beym wirklichen Gebrauche des Keils selten vorhanden. In den meisten Fällen ist die Kraft kein Druck, sondern ein Stoß oder Schlag, dessen Stärke sich nach den Gesetzen der Statik gar nicht beurtheilen läßt; auch wirkt der Keil nie ohne beträchtliches Reiben. Dennoch läßt sich bey Berechnung des Drucks der Gewölber die dahin gehörige Theorie mit Nutzen anwenden; wie man denn auch aus den angegebnen Verhältnissen leicht übersieht, daß ein spitziger Keil in allen Fällen mehr Wirkung thut, als ein stumpfer.

Alle Werkzeuge mit Schneiden oder Spitzen, z. B. Messer, Beile, Scheeren, Degen, Nadeln ꝛc. wirken als Keile. Sie haben wenigstens zwo unter einem spitzigen Winkel gegen einander geneigte Flächen. Daß dieser Flächen bisweilen mehrere sind, wie bey den vierseitig pyramidalisch zugespitzten Nägeln, oder gar unendlich viele, wie bey runden kegelförmig gespitzten Körpern, ändert die Theorie nicht, wenn anders alle Seiten mit der Axe einerley Winkel machen.

G. F. Baermann Diss. de cuneo. Witeb. 1751. 5.

Kästner Anfangsgr. der Mechanik, Göttingen, 1780. 8. Anm. §. 105. S. 63. u. f.

Keplerische Regeln, keplerische Gesetze des Planetenlaufs, Regulae Kepleri, *Loix de Kepler*. Unter diesem Namen sind in der Sternkunde drey von **Keplern** entdeckte Gesetze des Planetenlaufs bekannt, auf wel-

che sich **Newtons** nachherige Entdeckungen nebst der ganzen neuern Theorie der Planeten gründen.

Das erste dieser Gesetze ist, **daß die Planeten** nicht in Kreisen, sondern **in Ellipsen laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.** **Kepler** kam auf die Entdeckung desselben durch die Betrachtung der Beobachtungen, welche **Tycho** über den Lauf des Mars angestellt hatte, dessen Eccentricität unter den übrigen Planeten die größte ist. Er nahm zuerst wahr, daß man die bisher angenommene Eccentricität dieses Planeten, so wie die der Erde oder der Sonne, halbiren, und den wahren Mittelpunkt der Bahn, zwischen den Ort der Sonne und den Punkt, aus welchem die Bewegung des Planeten gleichförmig erscheinen würde, mitten hineinsetzen müsse. Diese Veränderung machte schon eine Menge Weitläuftigkeiten unnöthig, welche man bey den eccentrischen Kreisen der bisherigen Systeme hatte anbringen müssen, traf aber noch nicht völlig mit den wahren Stellen des Mars zwischen der Sonnennähe und Sonnenferne überein. Die berechneten Stellen eilten den beobachteten im ersten Quadranten der Bahn, von der Sonnenferne an gerechnet, vor, uhd blieben dagegen im dritten Quadranten hinter denselben zurück; auch fanden sich die nach der Hypothese berechneten Distanzen von der Sonne, um die Seiten herum kleiner, als die aus den Beobachtungen gefolgerten.

Diese Umstände zeigten, daß die Bahn kein Kreis sey. **Kepler** nahm sie anfänglich, nach seinen eignen Ideen über die Ursachen der himmlischen Bewegungen für ein Oval von besonderer Art an, entwarf dafür Tafeln und Gleichungen, und bat seine Freunde, da er selbst nicht Beobachter war, diese mit dem Himmel zu vergleichen. Den Erfolg hievon meldet er in folgender Stelle, die zugleich ein Beyspiel seiner lebhaften Einbildungskraft und dichterischen Schreibart giebt. „At dum de motibus „Martis in hunc modum triumpho, eique ut plane devi„cto tabularum carceres aequationumque compedes ne„cto, diversis nuntiatur locis, futilem victoriam, ac „bellum tota mole recrudescere; nam domi quidam ca-

„ptivus, vt contemptus, rupit omnia aequationum vin„cula, carceresque tabularum effregit. Iamque parum „abfuit, quin hostis fugitivus sese cum rebellibus suis con„jungeret, meque in desperationem adigeret, nisi ra„ptim nova rationum Physicarum subsidia, fusis et pa„lantibus veteribus, submisissem, et qua sese captivus „proripuisset, vestigiis ipsius nulla mora interposita in„haesissem." Er bemerkte nemlich, daß sein **Oval** an den Seiten zu sehr abgeplattet war, und substituirte demselben die gewöhnliche apollonische **Ellipse**. Auf diese Bedingung, sagt er, ergab sich der Gefangene. **Kepler** machte diese wichtige Entdeckung, die er zugleich auf alle übrigen Planetenbahnen ausdehnte, und aus physischen Gründen abzuleiten versuchte, im Jahre 1609 bekannt (Astronomia nova αἰτιολογητός, s. Physica caelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis, Pragae 1609. fol.), und sie ist seitdem durch alle Beobachtungen einhellig bestätiget worden.

Das zweyte mit dem vorigen zugleich entdeckte Gesetz ist dieses, **daß** bey dem elliptischen Laufe der Planeten die **Sectoren oedr Flächenräume, welche die aus der Sonne nach dem Planeten gezogne Linie durchläuft**, ASM, MSm Taf. I. Fig. 17. **sich wie die Zeiten verhalten**, in denen sie durchlaufen werden. Im alten System hatte man die Bewegung im eccentrischen Kreise gleichförmig, also die Cirkelsectoren den Zeiten proportional angenommen. Schon bey der Halbirung der alten Eccentricitäten sahe **Kepler**, daß dies nicht mehr statt finden könne, und daß die Bewegung in der wahren Bahn wirklich ungleichförmig seyn, also auch aus dem Mittelpunkte ungleichförmig erscheinen müsse. Glücklicher Weise kam er auf den Gedanken, die Sectoren von dem Orte der Sonne aus gezogen der Zeit proportional anzunehmen, und den Punkt, aus dem die Bewegung gleichförmig erscheint, in den Mittelpunkt des alten Systems, oder jenseits des neuen Mittelpunkts, von der Sonne um die doppelte Eccentricität entfernt, zu setzen. Als er zuletzt die apollonische Ellipse für die Gestalt der Bahn erkannte,

rd dieser letztere Punkt der andere Brennpunkt der Ellip-
; er fand, daß aus demselben die Bewegung zwar nicht
llig, aber doch beynahe gleichförmig erschiene; daß aber
: Proportionalität der Sectoren, die aus der Sonne
er dem ersten Brennpunkte gezogen wurden, mit den
iträumen, in allen Beobachtungen genau statt fand.
urch diesen Gang der Ideen ward die zwote Regel zu-
eich mit der ersten entdeckt.

Nach diesen Regeln berechnete er nun seine Tafeln. Er
hm die ganze Fläche der elliptischen Bahn für 360° an,
ilte sie in Gedanken vom Brennpunkte aus in 360 glei-
: Sectoren, welche die mittlern Anomalien von Grad zu
rad vorstellten, und suchte die jedem Sector zukommen-
n Winkel an der Sonne, welche die wahren Anomalien
ben. Der Unterschied zwischen beyden ist die **Aequa-
on oder Gleichung der Bahn**, durch welche er nach
r vorhin angeführten Stelle den Planeten zu fesseln
hte, s. den Artikel: **Anomalie**.

Das dritte Gesetz, daß sich bey Körpern, welche um
nerley Hauptkörper laufen, **die Quadratzahlen der
mlaufszeiten, wie die Würfel der mittlern Ent-
rnungen** vom Hauptkörper **verhalten**, erfand dieser
oße Geometer etwas später, und durch eine Veranlas-
ng, die er seinem Hange zum Wunderbaren zu danken
tte. Als ein Mann von lebhafter Phantasie, der auch
ch dem Geschmacke der damaligen Zeit die Astrologie
eb, und allerhand besondere Uebereinstimmungen in Zah-
ı und Verhältnissen suchte, glaubte er nach Art der Pyth-
oräer eine eigne Harmonie zwischen den Tönen der Mu-
, den regulären Körpern der Geometrie und den Ent-
rnungen und Größen der Planeten zu finden. Bey diesen
eschäftigungen fiel er darauf, die Umlaufszeiten der Pla-
ten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derselben
vergleichen. **Jupiter** z. B. steht $5\frac{1}{5}$mal weiter von der
onne ab, als die Erde, und braucht zu seinem Umlaufe
$\frac{6}{7}$mal mehr Zeit. Also verhalten sich die Umlaufszeiten
cht so, wie die Entfernungen. Aber vielleicht verhalten
h gewisse Potenzen oder Wurzeln dieser Größen auf einer-

ley Art. In der That ist auch die Quadratzahl von 11⅞ beynahe der Cubikzahl von 5⅕ gleich. Beyde betragen sehr wenig über 140. Am 8. März 1618 hatte Kepler diesen Einfall zum Erstenmale; er verglich verschiedene Potenzen, ja sogar die Quadrate der Umlaufszeiten und Würfel der Entfernungen einiger Planeten: aber ein Rechnungsfehler verhinderte für diesmal den Erfolg. Am 15ten May kam er wieder darauf, und fand mit einer Freude, die er sehr lebhaft beschreibt, die allgemeine Uebereinstimmung, die er sogleich öffentlich bekannt machte (Epitome astronomiae Copernicanae, Lincii, 1618. 8. Harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. fol. p. 189.). Eben dieses Gesetz findet auch bey dem Umlaufe der Jupiters- und Saturnsmonden um ihre Hauptplaneten statt.

Diese drey Regeln, welche den copernikanischen Weltbau als wahr voraussetzen, wurden von den Astronomen mit verdientem Beyfall aufgenommen und trugen viel dazu bey, das Ansehen dieses Weltsystems zu befestigen. Welche Freude würde es für ihren vortreflichen Erfinder gewesen seyn, die bewundernswürdigen Folgen zu kennen, welche **Newton** funfzig Jahre darauf aus diesen Regeln zog, als er das Gesetz der Gravitation aus ihnen herleitete, und die Mechanik des Himmels darauf gründete. **Kepler** hatte sie blos aus Beobachtungen gezogen; **Newton** leitete aus ihnen ein noch allgemeineres Gesetz her, dessen wirkliches Daseyn er aus dem Mondlaufe erwies, s. **Gravitation**. Dadurch sind sie zu dem Range erwiesener Naturgesetze erhoben worden. Sie fließen nemlich aus den Gesetzen der Centralbewegung und der Gravitation als nothwendige Folgen ab, wie für das erste Gesetz aus Th. I. S. 475. dieses Wörterbuchs bey I., für das zweyte aus S. 471., für das das dritte aus S. 480. bey V. im Art. **Centralbewegung**, erhellet.

Die Gewißheit dieser Regeln ist so fest bestätiget, daß man sie ohne alles Mißtrauen, selbst bey neuen Bestimmungen, zum Grunde legt, wenn andere Mittel fehlen. So würden wir z. B. nicht im Stande seyn, die Entfernung des neuentdeckten Planeten **Uranus** von der Sonne anzu-

geben, weil sein Abstand zu groß ist, um eine merkliche Parallaxe zu geben. Weil man aber aus seiner Bewegung schließen kan, daß er seinen Umlauf in $82\frac{1}{12}$ Jahren vollende, wovon die Quadratzahl 6791 zugleich der Würfel von $18\frac{9}{10}$ ist, so schließt man nach der dritten keplerischen Regel mit aller Sicherheit, daß er von der Sonne beynahe 19mal weiter, als die Erde, entfernt sey.

Montucla Hist. des mathem. To. II. P. IV. L. 4. §. 1.
De la Lande astronom. Handb. Leipz. 1775. gr. 8.

Kiesel, Silices, *Cailloux.* Diejenigen Steine, deren einzigen oder Hauptbestandtheil die Kieselerde ausmacht. Sie brausen nicht mit dem darauf getröpfelten Scheidewasser, geben mit dem Stahle Funken, schneiden in Glas, und widerstehen dem Feuer sehr stark. Zu dieser Classe von Steinen gehört der Bergkrystall, der Quarz, der gemeine Kiesel, Sand, Sandstein, Hornstein, Jaspis, Agat, rc. Nach **Bergmanns** neuern Bestimmungen macht auch die Kieselerde, mit Thonerde und etwas Kalkerde verbunden, den vornehmsten Bestandtheil der Edelsteine aus.

Kieselerde, Glaserde, glasachtige, verglasliche Erde, Terra silicea s. vitrescibilis, *Terre de caillou*, *Terre vitrifiable.* Eine eigne von den übrigen wesentlich verschiedene Erde, welche von keiner Säure, außer der des Flußspaths, aufgelöset wird, mit derselben beym Anschießen den **Bergkrystall** giebt, von den ätzenden fixen Laugensalzen auf dem nassen Wege angegriffen wird, auf dem trocknen mit ihnen Glas giebt, rein hingegen dem Feuer außerordentlich widerstehet.

Die reine Kieselerde ist im Wasser unauflöslich, und kan nur fein zertheilt unsichtbarer Weise darinn schweben. Sie erregt auch ganz und gar keinen Geschmack auf der Zunge. Für sich allein kan sie weder durch unser Küchenfeuer, noch durch die Hitze des Brennpunkts geschmolzen werden, und führt also den Namen der verglaslichen Erde nicht ganz schicklich. Man hielt sonst die fixen Laugensalze

für die einzigen Auflösungsmittel derselben; neuere Entdeckungen aber haben gelehrt, daß die Flußspathsäure ebenfalls zu denselben gehöre, s. **Flußspathsäure**. Beym Zusammenschmelzen der Kieselerde mit den Laugensalzen entsteht ein starkes Aufschwellen und Aufbrausen, wobey eine Menge Luftsäure entbunden wird.

Wenn man reine kieselartige Steine mit vier Theilen Weinsteinsalz, oder auch gutes weißes Glas mit drey Theilen desselben schmelzet, so erhält man eine durchsichtige, alkalisch schmeckende Masse, welche an der Luft zerfließt, und dadurch die **Kieselfeuchtigkeit** (liquor silicum) giebt. Das Laugensalz läßt hiebey die Luftsäure fahren, welche seine Vereinigung mit der Kieselerde hinderte, und wird das Zwischenmittel der Verbindung des Wassers mit der Kieselerde. Aus der Kieselfeuchtigkeit schlägt jede Säure die Erde wiederum nieder, und man bedient sich dieses Mittels, die Kieselerde so rein zu erhalten, als die Natur sie nie liefert, indem man Vitriolsäure im Uebermaaße zusetzt, in welcher sich die beygemischten fremden Erden auflösen. **Bergmann** (De terra silicea, in Opusc. Vol. II.) giebt die specifische Schwere dieser getrockneten reinen Kieselerde 1,975 an.

Da die Kieselerde die Eigenschaften, welche die Erden vornehmlich auszeichnen, als Härte, Schwere, Unschmelzbarkeit, Feuerbeständigkeit ꝛc. in vorzüglich hohem Grade besitzt, so ist sie von einigen Chymikern, welche Elemente anzunehmen geneigt sind, z. B. von **Macquer**, als die einfachste und elementarische Erde betrachtet worden, aus welcher die Natur erst in der Folge durch Organisation in thierischen Körpern und Pflanzen, und durch andere Bearbeitungen, die übrigen Erden hervorgebracht habe. Es ist aber überhaupt mißlich, von Elementen zu sprechen, und überdies kan man durch keinen Versuch zeigen, wie sich Kieselerde in Thon- oder Kalkerde verwandeln könne. Was man dafür hat anführen wollen, daß der aus der Kieselfeuchtigkeit bereitete Niederschlag einen Antheil von Alaunerde gebe, das kam nach **Bergmann** (Physik. Erdbeschr. Th. II. S. 258.) und **Leonhardi** (Anm. zum

Macquer, Art. **Erde, verglasliche**) von der Thonerde er, die das Vitriolöl aus den irdenen Gefäßen aufgelöset atte, und fiel weg, wenn man eiserne Gefäße gebrauchte.

In der Natur findet sich diese Erde am reinsten im **Bergkrystall**, welchen **Bergmann** durchs Anschießen iner Auflösung der Kieselerde in Flußspathsäure erhalten at, s. **Flußspathsäure**. Die übrigen Erden, welche ch in allen Säuren auflösen, werden im Gegensatz mit der Kieselerde **absorbirende, säurebrechende**, auch **alkalihe Erden** genannt.

Gren system. Handbuch der Chemie, Th. I. S. 386. u. f.

Klang, Klingen, Clangor, *Son clair*. Ein Schall vird **klingend** oder ein **Klang** genannt, wenn die Schwingungen, die er den Lufttheilchen eindrückt, die Empfindung ines einzigen Tons oder auch mehrerer Töne erregen, die man ber doch deutlich unterscheiden kan. Dem Klange wird er **dumpfe Schall**, oder das Geräusch, Getöse entgegengesetzt, in welchem sich gar kein Ton unterscheiden läßt. Der Klang selbst ist entweder **rein**, wenn man nur einen Ton der mehrere consonirende Töne hört, oder **unrein**, wenn ie zugleich gehörten Töne dissoniren. Da die Töne von er Geschwindigkeit oder Zeitdauer der Schwingungen abängen, s. **Schall, Ton**, so sind die klingenden Körper on den blos schallenden darinn unterschieden, daß die letzern Schwingungen von höchst verschiedener und mannichaltiger Geschwindigkeit und Dauer, jene aber blos gleichzeitige oder solche erregen, die in Betracht ihrer Geschwindigkeiten nur nach gewissen Verhältnissen von einander bgehen.

Jeder klingende Körper kan verschiedene Töne geben, e nachdem seine natürliche Gestalt von den Schwingungslinien entweder gar nicht, oder in 1, 2, 3 und mehrern Stellen urchschnitten wird. Diese Stellen heißen **Schwingungsknoten**; sie bleiben in Ruhe, während die übrigen Theile es klingenden Körpers sich bewegen. Saiten geben, wenn ein Schwingungsknoten entsteht, den **Grundton**, bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten aber **harmonische Töne**, welhe in der Progreßion 2, 3, 4 fortschreiten. An elastischen

Stäben und Blechstreifen, wie auch an Ringen, Scheiben, Glocken u. dgl. sind die Verhältnisse anders.

Die Klänge der Stäbe und Streifen hat zuerst **Daniel Bernoulli** in den Commentarien der Petersburger Akademie untersucht, **Euler** (Investigatio motuum, quibus laminae et virgae elasticae contremiscunt, in Comm. Acad. Petrop 1779. P. I. p. 103. seq. ingl. Methodus inveniendi curvas maximi minimive proprietate gaudentes, Additam. I. de curvis elasticis.) und **Riccati** (Delle vibrazioni sonore dei cilindri, in den Memorie di matematica e fisica, Verona, 1782. To. I.) haben darüber die genausten Berechnungen angestellt. Bey Stäben von einerley Materie verhalten sich die Grundtöne, und die gleichartigen Töne überhaupt, wie die Dicken der Stäbe, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Bey den Blechstreifen steht die absolute Elasticität im zusammengesetzten Verhältnisse der Steifigkeit ihrer Materie, ihrer Breite, und des Würfels ihrer Dicke. Hieraus folgt, daß sich die Quadrate der Schwingungszeiten, wie

$$\frac{L^3G}{E}$$

verhalten, wenn L die Länge, G das Gewicht, E die absolute Elasticität des Stabs bedeutet. Dies weicht von dem, was beym Worte: **Elasticität** (Th. I. S. 707.) von den Saiten gesagt worden ist, allerdings ab, und beweiset, daß man elastische Stäbe und Bleche nicht nach den Gesetzen der Saiten beurtheilen darf, wie doch selbst **Euler** (Tentam. novae theor. Musicae Cap. 1. §. 23.) gethan hat, ehe er auf Bernoulli Veranlassung genauere Untersuchungen hierüber anstellte.

Ueber die Klänge der Ringe und Glocken haben **Euler** (De sono campanarum, in Nov. Comm. Petrop. To. X.) und insbesondere über die Harmonicalglocken **Golovin** (Act. Acad. Petrop. pro anno 1781. P. II.) Untersuchungen angestellt, mit denen aber die Erfahrung nicht genug übereinstimmt. Herr **D. Chladni** in Wittenberg (Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.)

at dieses Fach der Experimentaluntersuchung sehr glücklich
weitert, und über die Klänge elastischer Ringe, Rectan-
elscheiben, Glocken, runder Scheiben, Quadratscheiben
. s. w. eine Menge schätzbarer Versuche angestellt. Er
gte in dieser Absicht den klingenden Körper auf eine oder
ehrere Stützen, von Bindfaden, gedrehtem Papier, den
inger u. dgl. An den Orten dieser Unterstützung entste-
en beym Klange selbst Schwingungsknoten, oder vielmehr:
laufen die festen Linien, die beym Schwingen der übri-
en Theile unbewegt bleiben, durch diese Punkte. Er be-
reute dann den Körper mit etwas Sand, und strich ihn
n einer Stelle des Randes mit dem Violinbogen, wo-
urch er jederzeit einen sehr merklichen Klang erhielt. Der
Sand ward von den schwingenden Theilen abgeworfen, und
immelte sich auf den Schwingungsknoten oder festen Linien,
elche mehrentheils regelmäßige Figuren bildeten. Hie-
urch erhielt er ein Mittel, die verschiedenen Klänge der
ntersuchten Körper **sichtbar** darzustellen, dessen er sich
it gutem Erfolge bedient, und 166 verschiedene Klang-
guren in Abbildungen mitgetheilt hat.

Diese Versuche widerlegen sehr deutlich den Irrthum,
en nach **Carre** und **de la Hire** (Mém. de Paris, 1709.
t 1716.) so viele Physiker angenommen haben, daß beym
Klange eine Erzitterung der kleinsten Theile vorgehe. Viel-
iehr bleiben bey jedem Klange gewisse feste Stellen des
Körpers unbewegt, und um diese herum oscilliren die übri-
en Theile so, daß die gegenüberliegenden allezeit nach ent-
egengesetzten Seiten gehen. Bey einer Glocke oder run-
en Scheibe hört man den **Grundton**, wenn sie sich 45°
nd 135° weit von der angeschlagnen oder gestrichnen Stelle
urch zwo feste Linien in vier Quadranten theilt, von denen
eder für sich oscillirt. Außerdem aber kan sie noch sehr
iele andere **harmonische Töne** geben, bey denen 3, 4
der mehrere feste Linien vorkommen, oder wo die natürli-
he Gestalt in 1, 2, 3 und mehrern concentrischen Kreisen,
der auch in Linien und Kreisen zugleich durchschnitten wird.
Der einfachste dieser Töne, wobey die Scheibe durch drey
este Linien in sechs einzeln schwingende Theile eingetheilt

wird, ist um eine große None höher, als der Grundton. Man erhält diesen Ton, wenn man die Scheibe in der Mitte hält, zugleich noch eine andere Stelle am Rande berührt, und 30° oder 90° weit davon mit dem Bogen streicht u. s. w.

Töne, welche ähnliche Figuren geben, nennt Herr Chladni **gleichartige**. Bey Stäben, Scheiben und Glocken werden sie tiefer, wenn die Dicke geringer ist; da hingegen bey den Saiten die dünnere einen höhern Ton angiebt. Aus dem bloßen Gewichte der Körper läßt sich auf den Ton, oder auf die Höhe und Tiefe des Klanges gar nicht schließen: bleibt aber bey Stäben das Verhältniß der Länge zur Dicke, und bey Scheiben und Glocken das Verhältniß des Durchmessers zur Dicke eben dasselbe, so verhalten sich die gleichartigen Töne, wie die Cubikwurzeln der Gewichte. Hieraus wird die im Artikel **Akustik** angegebne Erzählung von den Hämmern des **Pythagoras** völlig unwahrscheinlich.

Das Mitklingen mehrerer Töne mit dem Grundtone zugleich, ist zwar, wie **Euler** und **Bernoulli** richtig gezeigt haben, **möglich** und wird in der Erfahrung häufig gefunden; allein es ist keineswegs **nothwendig**. Es ist also falsch, wenn **Erxleben** (Anfangsgr. der Naturl. §. 291) behauptet, man höre in jedem Klange gewissermaßen alle Töne mit, vorzüglich außer dem Grundtone **allemal** noch die Octave desselben, die Octave der Quinte, und die doppelte Octave der großen Tertie; so wie in **Sulzers** allgemeiner Theorie der schönen Künste unter dem Artikel **Klang** gesagt wird: „Jeder Ton ist ein Accord, dadurch hört der Ton auf, ein bloßes Klappern zu seyn". Inzwischen sind aus diesem zufälligen Mitklingen harmonischer Töne von **Rameau** (Traité de l'harmonie. à Paris, 1722. 4.) und **Jamard** (Recherches sur la theorie de la Musique, à Paris et Rouen, 1769. 8.) fast alle Grundsätze der Harmonie hergeleitet werden. Bey den Saiten findet sich zwar dieses Mitklingen mehrentheils, es sind aber die Töne desselben keineswegs als nothwendige Bestandtheile des Klanges anzusehen.

Ueber die verschiedenen Schwingungsarten der Saiten
zuerst **Sauveur** (Mém. de Paris, 1701.), nachher
rook **Taylor** (Methodus incrementorum, Lond. 1715.
, **Daniel Bernoulli** (Mém. de Berlin 1753, 1765.),
uler (Nov. Comm. Petrop. To. IV. XV. XVII. XIX.
ta Acad. Petrop. 1779. 1780. 1781. Mém. de Berl.
48. 1753. 1765.), **de la Grange** (Misc. Taurinens.
o. I. II. III.), **Young** (Enquiry in to the principal
naenomena of sounds and musical strings. Dublin,
784. 8.) über die Töne der Blasinstrumente **Bernoulli**
Theorie des tons de l'orgue, Mém. de Paris, 1762.)
nd **Lambert** (Sur les tons des flûtes, Mém. de Berlin,
775.) theoretische Untersuchungen angestellt.

Herr **Busse** (Kleine Beyträge zur Mathematik und
Physik. Erster Theil, Leipz. 1786. S. 131. f.) bemerkt,
aß er bey den Tönen reiner Blasinstrumente nur einen ein-
achen Ton zu hören im Stande sey, so wie auch bey dem
Anschlagen der Saiten, wenn alle übrigen Saiten des In-
struments gehörig gedämpft sind, die klingende Saite allent-
halben gleichartig und von gleicher Dicke ist, und die Ne-
benschwingungen vermieden werden, welche etwa durch die
Berührungsstelle verursacht werden könnten.

Eben derselbe gedenkt auch einer Erscheinung, welche aus der Verbindung der schwingenden Bewegung mit einer drehenden zu entstehen scheint. „Der Raum," sagt er, „durch welchen die Saite schwingt, erscheint uns wie eine „Fläche, deren äußere krummlinigte Grenzen vorzüglich „stark ins Auge fallen. Weil sich nemlich die schwingende „Saite länger an den beyden Grenzen, als in der Mitte, „aufhält, so hat man ungefähr das Bild, als ob an den „Grenzen zwo Saiten gespannt wären, und die dazwischen „fallende Fläche aus einem dünnen Spinnengewebe bestünde. „Berührt man nun die Saite weit von ihrem Mittelpunk„te, so scheint sich zwischen den beyden Saitenbildern an „den Grenzen der Fläche, ein drittes Saitenbild langsam „hin und her zu bewegen — Jenseits der Mitte bewegt „sich das dritte Saitenbild entgegengesetzt, und an andern

„Stellen scheinen sich zwey solche Saitenbilder gegen einan-
„der zu bewegen." Herr Chladni hat die Entstehung dieser Erscheinung durch die Schwingungen eines dünnen stählernen Stabs, den man in einen Schraubenstock einklemmt, und unter einem schiefen Winkel mit der Mündung des Schraubenstocks losschnellen läßt, sehr deutlich erkläret.

Chladni Entdeckungen über die Theorie des Klanges, 1787. 4. mit 11. Kupfertafeln.

Kleistischer Versuch, s. Flasche, geladne.

Klima, Clima, *Climat.* Die alten Geographen, wie **Ptolemäus** (Geogr. L. I. c. 8.), theilten die Erdfläche durch Parallelkreise mit dem Aequator so, daß von jedem solchen Kreise bis zum folgenden die Dauer des längsten Tages um eine halbe Stunde zunahm. Die Flächenräume zwischen diesen Kreisen nannten sie **Klimata**, welches Wort soviel, als: Lagen der Orte bedeutet. So gieng das erste Klima vom Aequator, wo jede Taglänge 12 St. beträgt, bis an den Parallelkreis, unter welchem der längste Tag 12½ St. dauert; unsere Gegenden, deren längster Tag gegen 16½ St. beträgt, fallen hiebey in das neunte Klima.

Nach dieser Eintheilung finden vom Aequator bis an jeden Polarkreis, wo der längste Tag 24 Stunden dauert, 24 Klimata statt. Innerhalb der Polarkreise wächst der längste Tag so schnell, daß er einen Grad weiter nach dem Pole zu, schon einen Monat lang ist. Einige haben daher die kalten Zonen noch in sechs Klimata getheilt, in deren jedem, vom Anfange bis zum Ende, der längste Tag um einen Monat wächst. Man findet von diesen, jetzt nur noch zur Erklärung der Alten brauchbaren Eintheilungen beym **Riccioli** (Geogr. reform. L. VII. c. 9.) und **Varenius** (Geogr. gener. Sect. VI. c. 25.) umständlichere Nachricht.

Weit gewöhnlicher versteht man anjetzt unter dem Worte **Klima** das einem Orte eigne Verhalten der Witterung, in Absicht auf Wärme und Kälte, Abwechselungen der Jahrszeiten, Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft, Frucht-

arkeit, u. s. w. Daß die Hauptverschiedenheiten der Wärme und der Jahrszeiten von der Wirkung der Sonnenstralen herrühren, fällt bey Vergleichung der Witterung in den verschiedenen Zonen der Erdfläche deutlich in die Augen. Wieviel nun hiebey auf die Sonne allein ankomme, das haben **Halley** (Philos. Trans. Num. 23. Art. 9.), **Mairan** (Mém. de Paris, ann. 1719.), **Simpson** Treatise of fluxions, p. 182 sq.), **Kästner** (Hamburg. Magazin, II B. 426. S. ingl. bey **Lulofs** Einl. zur Kenntniß der Erdkugel. Anm. S. 97 u. f.), **Euler** (Comm. Acad. Petrop. To. XI.) auf mathematische Berechnung zu bringen gesucht.

Halley sieht blos darauf, daß sich die Wirkung eines schiefen Stoßes, wie der Sinus seines Winkels mit der gestoßenen Fläche, verhält, s. **Stoß**. Er setzt daher die augenblickliche Wirkung der Sonne auf einen gewissen Theil der Erdfläche, dem Sinus der Sonnenhöhe h proportional. Die Totalsumme aller dieser augenblicklichen Wirkungen während eines ganzen Tages findet er, nach der Gewohnheit der damaligen Schriftsteller, geometrisch, durch Vergleichung mit der Fläche eines hufförmigen Cylinderabschnitts. Auf Rechnung gebracht, wird das Element dieser Totalsumme (wenn dt das Element des Stundenwinkels oder Zeitbogens ist) = sin. h. dt, dessen Integration (wenn der Sinus der Breite des Orts = s; der Cosinus = c; der Sinus der Abweichung der Sonne = x; der Cosinus = y gesetzt wird) für die Wirkung der Sonne bis auf die Mittagsstunde, wo t dem halben Tagbogen gleich wird,

$$cy \sin. t + sxt$$

giebt. Für Orte unter dem Aequator, wo s = 0 und c = 1, t aber = 90°, wird diese Formel = y, also die Wirkung für den ganzen Tag = 2 y, welches am Tage der Nachtgleiche, wo y = 1 ist; 2,0000 beträgt. Für Leipzig (die Breite = 51° 20′, die größte Abweichung der Sonne = 23° 28′, den halben Tagbogen am längsten Tage = 123°, am kürzesten = 57° gesetzt) findet sich hieraus die Wirkung der Sonne

am längsten Tage = 2,2970
am Tage der Nachtgl. = 1,2500
am kürzesten Tage = 0,3442.

Man hat aber mit Recht erinnert, daß hiebey nicht allein auf den Stoß jedes einzelnen Strales, sondern zugleich auf die Menge der Sonnenstralen zu sehen sey, welche die Erdfläche aufnimmt, und welche sich ebenfalls, wie der Sinus des Einfallswinkels oder der Sonnenhöhe h verhält. Demnach ist die augenblickliche Wirkung im Verhältnisse des Quadrats von sin. h, und das Element der Summe verwandelt sich in $\sin. h^2\, dt$. Die Integration dieser Formel giebt für die tägliche Wirkung

$$(c^2y^2+2s^2x^2)\, t - 3\, c^2y^2 \sin. t. \cos. t.$$

welcher Ausdruck sich für Orte unter dem Aequator, wo $s=0$; $c=1$; $t=\frac{1}{2}\pi$; $\cos. t = 0$ ist, in $\frac{1}{2}\pi y^2$, und für den Tag der Nachtgleiche, wo $y=1$, in $\frac{1}{2}\pi = 1,5707$ verwandelt.

Für Leipzig giebt sie die Wirkung der Sonnenwärme
am längsten Tage = 1,5696
am Tage der Nachtgl. = 0,6136
am kürzesten Tage = 0,0699

Dem zu Folge wäre die Sonnenwärme am längsten Tage bey uns eben so groß, als unterm Aequator, und verhielte sich zu der am kürzesten Tage wie 22 zu 1.

Es ist aber hiebey noch nicht auf den verschiedenen Abstand der Sonne von der Erde, und auf die Schwächung der Sonnenstralen bey ihrem Durchgange durch den Luftkreis gesehen. **Mairan**, der alle diese Ursachen zusammennimmt, findet durch einen ungefähren Ueberschlag die Wirkung der Sonnenwärme am längsten und kürzesten Tage für Paris, wie 66 zu 1. Da nun **Amontons** (Mém. de Paris, 1702.) vermittelst seines Luftthermometers die wirkliche Wärme zu Paris am längsten und kürzesten Tage nur im Verhältnisse 8 : 7 gefunden hatte, so erklärt **Mairan** diese große Abweichung sehr glücklich durch eine in der Erde bleibende **Grundwärme**, welche sich zu der von der Sonne im Winter erregten Wärme, wie 393:1

erhalte. Nach dieser Hypothese ist die wirkliche Wärme es Sommers zu der des Winters wie 393+66: 393+1, . i. wie 459: 394 oder fast, wie 8:7. Mairans übrige ründe für das Daseyn dieser Grundwärme findet man ey dem Worte: **Centralfeuer**. Nach dieser Hypothese at **Mairan** (Nouvelles recherches sur la cause generale u chaud en été et du froid en hiver, à Paris, 1768. . maj.) Tafeln für die Wärmen des längsten und kürzesten ages unter verschiedenen Breiten berechnet, welche man uch beym **Bergmann** (Physik. Beschreibung der Erdku-el, II. B. §. 140. 141.) findet.

Es verbinden sich aber zur Bestimmung der Wärme nd des Klima überhaupt, mit der Wirkung der Sonne och sehr viele andere Ursachen, z. B. die im Luftkreise vor-ehenden Verbindungen, Zersetzungen und Niederschläge, ie Wirkung der Ausdünstung der Erdfläche, die Mitthei-ung der Temperatur anderer Orte durch Winde. Daher t das **wahre** Klima eines Orts von dem berechneten **Sonnen-** oder **geographischen** Klima, welches doch los von der Breite des Orts abhängt, gänzlich unterschie-en. Das viele Lokale hiebey macht es sehr schwer, die Beobachtungen auf eine allgemeine Theorie zurückzu-ringen.

Mayer (De variationibus thermometri accuratius de-niendis in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis. Gotting. 1775. . maj. Num. I.) thut den schönen Vorschlag, für die **mitt-ern Wärmen** der Orte Tafeln nach einer Theorie zu ver-ertigen, und diese wegen der Höhe der Orte und der jähr-ichen und täglichen Abwechselungen, durch Gleichungen, ach Art der astronomischen Rechnung, zu berichtigen. Er legt den Satz zum Grunde, daß sich die Abnahme der mittlern Wärme nach dem Quadrate des Sinus der Breite ichte, welcher aus der obigen Formel folgt, wenn man e für die Wärme am Tage der Nachtgleiche einrichtet, wofür sie $\frac{1}{2}\pi c^2 = \frac{1}{2}\pi (1 - s^2)$ giebt, daß also die Abnah-ne dieser Wärme gegen die ganze unterm Aequator statt ndende, wie s^2 gegen 1 ist. Setzt man nun die mittlere Wärme unterm Aequator = 24 reaum. Grade, die unter

den Polen = 0, so findet man sie unter der Breite $s = 24(1 - s^2)$ Grade. Hieraus entsteht folgende Tabelle

Breite		Reaum. Grade
0°	—	24
5	—	23¾
10	—	23¼
15	—	22½
20	—	21¼
25	—	19¾
30	—	18
35	—	16
40	—	14
45	—	12
50°	—	10
55	—	8
60	—	6
65	—	4¼
70	—	2¾
75	—	1½
80	—	¾
85	—	¼
90°	—	0

Von den Angaben dieser Tafel soll nun noch für jede 100 Toisen Höhe über der Meeresfläche 1 Grad abgezogen werden, weil die beständige Schneegrenze unter dem Aequator 2400 Toisen hoch liegt, also in dieser Höhe die Wärme um 24 Grad vermindert wird. So kömmt für Göttingen, dessen Höhe über dem Meere 70 Toisen beträgt, nach einem Abzuge von $\frac{70}{100}$ oder $\frac{7}{10}$ Grad, die mittlere Wärme 9 Grade. Für die jährlichen Abwechselungen nimmt Mayer an, das Maximum und Minimum der Wärme falle bey uns, wenn die Sonne 30° über das Solstitium hinaus sey, unter dem Aequator aber ins Solstitium selbst, und die größte jährliche Veränderung betrage unter dem Aequator 0, in unsern Gegenden 10 Grad, unter den Polen 13 Grad. Nach diesen Voraussetzungen ließen sich Tafeln für jeden Grad der mittlern Wärme verfertigen. Folgende für 8 Grad kan zum Beyspiele dienen.

Monate	Tage 1	Tage 11	Tage 21
Jan.	— 1½	— 2	— 2
Febr.	— 2	— 1½	— 0½
März	+ 0½	1½	3
April	4½	6¼	8
May	9¾	11½	13
Jun.	14½	15½	16½
Jul.	17½	18	18
Aug.	18	17½	16½
Sept.	15½	14½	13
Oct.	11½	9¾	8
Nov.	6½	4½	3
Dec.	1½	+ 0½	— 0½

Herr Professor **Lichtenberg** bemerkt in den Zusätzen zu den Mayerischen Abhandlungen, daß die nach diesen Tafeln berechneten mittlern Wärmen mit den beobachteten, die der P. **Cotte** (Traité de meteorologie, Paris, 1774. 4.) mittheilt, sehr wohl übereinstimmen, soviel den Raum der Erdfläche betrift, welcher zwischen den Parallelen von Stockholm und dem Cap der guten Hoffnung und zwischen den Meridianen von Stockholm und Mexico eingeschlossen ist.

Diesen von Mayer angegebnen Weg hat **Kirwan** (An Estimate of the temperature of different latitudes, Lond. 1787. 8. **Kirwans** Angabe der Temperatur von den verschiedenen Breiten rc. a. d. Engl. v. **Crell**, Berl. 1788. 8.) weiter verfolgt, und bey der großen Verschiedenheit der Localursachen, welche auf das Klima wirken, vor allen andern eine Gegend aufgesucht, in welcher die Localursachen größtentheils hinwegfallen (*a standard situatian*). Diese glaubt er in dem atlantischen Meere zwischen 80° nördlicher und 45° südlicher Breite, und in der Südsee zwischen 45° N. und 40° S. Breite zu finden. Ueber die mittlern Wärmen dieses großen Theils der Erdfläche theilt er eine Tafel mit, die sich von der Mayerischen nur darinn unterscheidet, daß sie auf fahrenheitische Grade berechnet, und die mittlere Wärme unter den Polen nicht auf den Eispunkt (d. i. auf 32) sondern auf 31 Grad nach Fahrenheit gesetzt ist.

Die jährliche Abwechselung betreffend, nimmt er den April für denjenigen Monat an, dessen mittlere Wärme mit der in der Tafel angegebnen am nächsten übereinstimmt, berechnet hieraus die Wärme für May, Junius, Julius und August nach dem Verhältnisse des Sinus der Sonnenhöhe, nimmt aber für die übrigen Monate wegen des Einflusses der Grundwärme die wahre Wärme für das arithmetische Mittel zwischen der berechneten und der mittlern an. Diese ziemlich willkührliche Bestimmung hat, wie er versichert, die beste Uebereinstimmung der Resultate mit den Beobachtungen gegeben; er theilt darüber eine Tafel für alle Grade der Breite und alle Monate des Jahres mit, die aber von der Mayerischen schon sehr weit abweicht, z. B. für 52° Breite die Wärme im Februar (wo sie nach

Mayer unter dem Eispunkte war) 43 fahrenh. Grade giebt. Die tägliche Veränderung betreffend, setzt er die größte Kälte ½ Stunde vor Sonnenaufgang; die größte Wärme zwischen 60° und 45° Breite um 2½ Uhr, zwischen 45 und 35° um 2 Uhr, zwischen 35° und 25° um 1½ Uhr, zwischen 25° und dem Aequator um 1 Uhr Nachmittags.

Es wird aber diese regelmäßige Temperatur durch mancherley Localumstände, durch Höhe, Abstand vom Meere, Nähe weit ausgebreiteter Länder von besonderer Beschaffenheit, benachbarte Seen, Berge, Wälder u. dgl. abgeändert. Wegen der Höhe ist die mittlere Wärme auf jede 200 engl. Fuß um ¼ — ½ Grad zu vermindern, um ¼, wenn sie in der Weite einer englischen Meile nur 6 Fuß, um ½, wenn sie um 15 Fuß und drüber, ansteigt. Das feste Land ist gewöhnlich im Sommer 8 bis 10 Grad wärmer, im Winter eben soviel kälter, als das Meer. Dies hebt sich zwar in Absicht auf die mittlere Wärme des ganzen Jahres auf; es bleibt aber doch einige Ungleichheit übrig, um deren willen für 50 Meilen Entfernung vom Meere unter der Breite von 70,⅓° Grad abzuziehen, bey 10° hingegen 1 Grad hinzuzusetzen ist, da bey 30° die mittlere Wärme unverändert bleibt. Länder auf der Windseite hoher Berge oder großer Wälder sind wärmer, als die unter gleicher Breite auf der andern Seite liegen. Länder, die einem Meere südwärts liegen, sind in unserer Halbkugel wärmer, als die nordwärts liegenden, u. s. w.

Diese Regeln werden nun auf die Temperaturen einzelner Länder und Orte angewendet, und mit den daselbst angestellten Beobachtungen verglichen. Die Resultate hievon sind in folgenden Sätzen enthalten.

1. Der Jänner ist der kälteste Monat; der wärmste hingegen ist in Breiten über 48° der Julius, in geringern Breiten der August.

2. December und Jänner, auch Junius und Julius sind wenig unterschieden. Ueber 30° Breite weichen August, September, October und November mehr von einander ab, als Februar, März, April und May. In geringern Breiten sind die Unterschiede nicht so groß.

Im April ist die Wärme der mittlern am nächsten. Also erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Ursachen schon anfangen abzunehmen, und sie nehmen nach diesem Maximum schneller ab, als sie vor demselben zunahmen.

3. Auf 20° vom Aequator sind die Unterschiede zwischen den wärmsten und kältesten Monaten gering, werden aber größer, je weiter man sich vom Aequator entfernet.

4. In den größten Breiten, besonders um 59 und 60° trifft man Sommerwärme von 75 — 80 Graden an, und es ist oft im Julius wärmer, als unter 51° Breite.

5. Jede bewohnbare Breite hat wenigstens zween Monate lang eine Wärme von 60 Graden, die zum Reifen des Getraides nothwendig ist. In den Nordländern reifen die Gewächse wegen der langen Tage sehr schnell, und wegen des schmelzenden Schnees ist nicht viel Regen nöthig.

6. Die vielen Seen und Gebirge, deren Disposition so unregelmäßig und zufällig scheint, sind von sehr wohlthätigen Folgen. Sie mäßigen die Kälte in den größern, und die Hitze in den geringern Breiten. Blos aus Mangel solcher Seen ist das Innere von Asien und Afrika unbewohnbar. Ohne die Alpen, Pyrenäen, Apenninen rc. würden Italien, Spanien und Frankreich kein so mildes Klima haben. Jamaica, Domingo, Sumatra und andere Inseln zwischen den Wendekreisen werden blos durch ihre Berge erfrischt.

7. Der Wein gedeiht um London nicht so, wie um Paris, obgleich der londner Winter milder ist: denn die Wärme ist vom April bis zum October in Paris größer. So kan ein Klima gewissen Früchten zuträglicher seyn, als ein anderes.

Zwischen den Wendekreisen sind die Barometerveränderungen sehr gering; die heftige Wirkung der Sonne wird durch die Länge der Nächte und den häufigen Regen hinlänglich gehemmet. Die Regenzeit trifft an der Nordseite des Aequators zwischen dem März und September ein, an der Südseite umgekehrt; ihr Anfang aber und ihre Dauer

sind sehr verschieden. An einigen Orten rechnet man zween Sommer und zwo Regenzeiten; letzteres sind gewöhnlich die Zeiten, da die Sonne dem Scheitel nahe ist, dagegen die angenehmste Jahrszeit einfällt, wenn sie am weitsten vom Scheitel abweicht. In den hoch liegenden Orten dieses Erdstrichs, z. B. Quito, Lima rc. ist das Klima eines der schönsten auf der ganzen Erdfläche.

In den gemäßigten Zonen werden die Abwechselungen sowohl der Wärme, als des Barometerstandes weit größer, und die besondere Lage der Orte hat auf das Klima weit mehr Einfluß. So ist z. B. Sibirien wegen seiner hohen Lage einer äußerst strengen Kälte ausgesetzt; auch Astrakan und Quebec haben strenge Winter, ob sie gleich südlicher liegen, als Paris. In der südlichen Zone ist die Kälte des Winters strenger, als in der nördlichen, vielleicht darum, weil sich die Sonne um 8 Tage länger in den nördlichen Zeichen verweilet, als in den südlichen. An den kältern Orten werden Frühling und Herbst sehr kurz, und man findet wiederum nur zwo Jahrszeiten. Der Schnee schmelzt sehr spät, dann aber oft in 8 Tagen auf einmal, nach andern 8 Tagen ist schon alles grün, und in 5 bis 6 Wochen hat man schon reife Früchte. Eben so schnell stellt sich auch der Winter wiederum ein, woraus man sieht, daß eine schwächere Wirkung, die lang anhält, oft mehr ausrichte, als eine bald aufhörende stärkere.

Bergmann physik. Beschreib. der Erdkugel, durch Röhl, Th. II. §. 138. u. f.

Kirwan Estimate of the temperatur of diff. latitudes, Lond. 1787. 8.

Kloben, Flasche, *Mouffle.* Ein Gehäuse, welches mehrere um ihre Axen bewegliche Rollen enthält, wie NM und OP. Taf. IX. Fig. 33. Zween solche Kloben machen einen Flaschenzug aus, s. **Flaschenzug.** Die lateinische Terminologie hat für den Kloben keinen besondern Namen, wie denn auch das französische *Mouffle* sehr oft für den ganzen Flaschenzug gebraucht wird.

Knallgold, Plazgold, Aurum fulminans, *Or ulminant.* Ein Niederschlag des Goldes aus seiner Auf-)sung in Königswasser, vermittelst des flüchtigen Laugenalzes; oder auch, wenn das Königswasser mit Salmiak ereitet worden ist, vermittelst des fixen Laugensalzes. Die Goldauflösung wird mit etwa sechsmal so viel Wasser verünnt, und das Alkali nach und nach hinzugegossen; das Gold schlägt sich in Gestalt eines strohgelben Kalks nieder, elcher vorsichtig abgespült und getrocknet, an Gewicht in Fünftel mehr beträgt, als das angewandte Gold. Dieer Niederschlag zerplazt bey geringer Erhitzung, die schon urch bloßes Reiben entstehen kan, mit einer gewaltigen Explosion und einem heftigen Knalle.

Diese Erscheinung, welche immer eine der schwersten Aufgaben der Chymie ausgemacht hatte, war von **Macquer** durch einen dem Golde anhängenden ammoniakalischen **Salpeter**, welcher durch Erhitzung verpuffte, erklärt worden; **Bergmann** aber (Diss. de calce auri fulminante, resp. *C. A. Plomgren.*, Upsal. 1769. 4.) widerlegte das Anhängen eines Salpetersalmiaks, Salpeters oder Digestivsalzes an diesen Goldkalk überzeugend. Seine zahlreichen Versuche erweisen, daß sich das Knallgold ohne alle Salpetersäure, nicht aber ohne flüchtiges Laugensalz bereiten lasse, und daß das Abknallen von der plötzlichen Entzündung einer sehr verbrennlichen Materie herkomme, welche das flüchtige Alkali an den Goldniederschlag ansetzet. **Jacquin** (Anfangsgr. der medicinisch-prakt. Chymie, Wien, 1783. 8. S. 445.) giebt hievon folgende sehr wahrscheinliche Erklärung. Alle Goldniederschläge, so wie überhaupt metallische Kalke, enthalten eine sehr reine dephlogistisirte Luft: das flüchtige Laugensalz aber eine Brennluft, die sich, auch ohne mit dem Feuer in Berührung zu seyn, durch die bloße Wärme entzündet, s. **Gas, laugenartiges.** Beyde zusammen bilden also eine Knall-luft, welche durch ihre plötzliche Entbindung und Explosion die heftigsten Wirkungen auszuüben vermögend ist.

Zum Plazen des Knallgoldes, zumal wenn man es zu

wiederholtenmalen ausgesüßt hat, ist eine Wärme hinreichend, welche die Siedhitze des Wassers nur sehr wenig übertrifft; es platzt auch in verschloßnen Gefäßen eben sowohl, als an der freyen Luft. Diese Umstände machen es zu einer höchst gefährlichen Materie, deren unvorsichtige Behandlung die schrecklichsten Folgen haben kan. Die Schmelzung mit Schwefel oder Zusätzen von Erden, Salzen, das Kochen mit Vitriolöl, und die wiederholte Aussetzung an eine Hitze, die fast zum Abknallen hinreichend ist, benehmen ihm seine Knallkraft.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Knallgold.

Ingenhouß vermischte Schriften, Th. I. S. 340.

Knallkügelchen. Kleine hohle Glaskugeln mit etwas Wasser, die auf glühenden Kohlen, wo das Wasser durch die Hitze in Dämpfe verwandelt wird, mit einem heftigen Knalle zerspringen. Man bedient sich ihrer, die Elasticität der Dämpfe zu erweisen.

Auch leere, an der Lampe geblasene, Glaskugeln knallen, wenn sie zerbrochen werden. Die innere Luft nemlich ist durch die Hitze der Lampe äußerst verdünnt worden. Sobald also die gläserne Hülle geöfnet wird, dringt die äußere Luft mit einem Knalle ein. Hiebey werden die Glasstücken hineinwärts getrieben, statt daß sie bey den zuerst beschriebenen im Zimmer herumgeworfen werden.

Knall-luft, s. **Gas brennbares; Gas, dephlogistisirtes; Pistole, elektrische.**

Knallpulver, Pulvis tonans, *Poudre fulminante.* Eine Mischung von drey Theilen Salpeter, zwey Theilen trocknem Weinsteinsalz und einem Theile Schwefel, welche bey einer allmähligen bis zur Entzündung gehenden Erhitzung mit einem heftigen Knalle auf einmal abbrennt. Auf einem blechernen Löffel über gelindem Kohlfeuer fängt es erst an zu schmelzen, dann entsteht eine blaue Flamme, und sogleich erfolgt der Schlag, welcher für das Gehör äußerst empfindlich ist. Oft findet man den Löffel durchbohrt, und

ie Ränder des Loches nach außen gebogen. Bey einer
lötzlichen Erhitzung sind die Wirkungen weit schwächer,
nd auf glühende Kohlen geworfen knistert das Knallpul-
er nur mit einem mäßigen Geräusch.

Die Erklärung dieses Phänomens hängt offenbar mit
en Erscheinungen der Verpuffung des Salpeters zusam-
nen, s. **Verpuffen**. Es entwickelt sich dabey aus dem
Salpeter eine Menge dephlogistisirter Luft, in welcher alle
rennbare Körper mit außerordentlicher Geschwindigkeit
nd Heftigkeit verbrennen. Durch das allmählige Schmel-
en des Knallpulvers wird das Laugensalz mit dem Schwe-
el zu einer wahren Schwefelleber verbunden und daraus
ine hepatische Luft entwickelt, welche mit der dephlogisti-
irten des Salpeters eine starke Knall-luft ausmacht. Die
ich aufblähende zähe Materie schließt diese Luft in Blasen
in, in welchen sie sich immer mehr ausdehnt, je stärker
die Erhitzung wird. Endlich entzündet sich der Schwefel
durch die Hitze, die Knall-luft explodirt, zersprengt die
Blasen mit der größten Heftigkeit, und erregt ein Krachen,
dergleichen man auch hört, wenn man mit Knall-luft ange-
füllte Seifenblasen entzündet.

Es scheint hiebey die Explosion erst nach einiger Zeit
statt zu finden, nachdem die beyden Luftarten schon entwi-
ckelt und vermischt worden sind, dagegen bey dem Schieß-
pulver die Entwicklung des Gas erst im Augenblicke der
Entzündung selbst geschieht. Beym Knallpulver verur-
sacht die Einsperrung des Gas in der geschmolzenen Mate-
rie den heftigen Knall, der beym Schießpulver, wenn es
nicht eingeschlossen ist, nicht statt findet. Auf Kohlen ge-
streut knallt das Pulver nicht, weil es sich augenblicklich
und ohne vorgängige Schmelzung der ganzen Masse ent-
zündet.

Ingenhouß vermischte Schriften, Th. I. S. 335 u. f.

Knallsilber, Argentum fulminans, *Argent ful-
minant*. Ein Niederschlag des Silbers aus seiner Auflö-
sung in Salpetersäure, vermittelst des Kalkwassers, wel-
cher mit reinem Wasser abgesüßt, und mit flüchtigem Alka-

li verbunden, selbst ohne Wirkung einiger Wärme, durch bloße Reibung oder Berührung, mit einer heftigen Explosion abknallt. Diese merkwürdige Entdeckung ward in der Sitzung der pariser Akademie der Wissenschaften am 24. May 1788 von Herrn **Bertholet** zuerst vorgezeiget, und dann im Iournal de Physique bekannt gemacht. Wenn das in Salpetersäure aufgelößte Silber mit Kalkwasser niedergeschlagen ist, so läßt Herr B. das Präcipitat drey Tage der Luft ausgesetzt stehen, verdünnt es darauf mit ätzendem flüchtigen Alkali, und das daraus entstehende schwarze Pulver getrocknet giebt das Knallsilber.

Das Abknallen erfolgt schon bey der Berührung mit kalten Körpern. Kaum läßt sich das Pulver aus dem Gefäße, worinn es seine letzte Abdampfung erhalten hat, ohne große Gefahr herausnehmen. Herr B. berührte einige wenige Grane auf Papier liegend mit einem gläsernen Stift, und es platzte mit großer Gewalt. Ein einziger Gran davon war hinreichend, ein Glas völlig zu zertrümmern. Ein Tropfen Wasser, der aus der Höhe herab auf das Pulver fiel, machte es knallen. Man darf daher dieses gefährliche Präparat nur in äußerst geringen Portionen abknallen lassen, und muß bey der Behandlung desselben das Gesicht mit einer Maske verdecken. Nach der Verkrachung ist das Silber wieder gänzlich hergestellt, und in seinem völligen metallischen Glanze.

So neu und so wenig untersucht auch diese Erfindung noch ist, so stimmt sie doch mit demjenigen, was bey dem Worte **Knallgold** zur Erklärung des Platzens metallischer Niederschläge gesagt worden ist, sehr wohl überein, und scheint sogar diese Erklärung zu bestätigen. Das Einzige, was dabey noch auffallend bleibt, ist die von selbst erfolgende Entzündung der Knall-luft bey einem so geringen und fast unmerklichen Grade der Wärme.

Crells chemische Annalen. Eilftes Stück, 1788. S. 390 u. f.

Knoten, der Planeten-Mond- und Kometenbahnen, Nodi planetarum, lunae et cometarum, *Noeuds des planètes, de la lune et des comètes.* Die

jeen Punkte, in welchen die Bahnen dieser Himmelskör-
r die Ekliptik an der scheinbaren Himmelskugel durchschnei-
n. Wenn die Planeten in diese Punkte kommen, stehen
in der Ekliptik selbst, und haben folglich keine Breite.
a die Ekliptik E☋L☊ Taf XII. Fig. 88. nichts anders
, als derjenige größte Kreis, in dessen Ebne die Erd-
hn e l liegt, so sind die **Knoten** eines Planeten rc. die
meinschaftlichen Durchschnittspunkte ☊ und ☋ der Pla-
tenbahnen P Q und der Ebne der Erdbahn E L. Und da
e Sonne S in beyden Ebnen zugleich, mithin in ihrem
meinschaftlichen Durchschnitte ☊S☋, oder in der **Kno-
nlinie** liegt, so müssen die Knoten einer jeden Bahn,
n der Sonne S aus gesehen, einander gerade gegen über
hen.

Die Ekliptik theilt die scheinbare Himmelskugel in zwo
eiche Helften, deren eine über ihr auf den Nordpol zu,
e andere unter ihr gegen Süden liegt. Beym Durch-
ange durch den Knoten ☊ tritt der Planet, der von Q
ch P geht, aus der untern Helfte in die obere; bey ☋
ngegen aus der obern in die untere. Jener wird daher
r **aufsteigende** (ascendens, *ascendant*), dieser der
iedersteigende Knoten (descendens, *descendant*) ge-
nnt. Im Theile ☊P☋ hat der Planet eine nördliche,
☋Q☊ eine südliche Breite.

Die Orte der Knoten haben, wie die Beobachtungen
ren, sämmtlich eine rückgängige Bewegung, die zwar in
nem Zeitraume von etlichen Jahren unmerklich ist, aber
ch in längere Zeit den Astronomen nicht hat verborgen
eiben können. Bey der Mondbahn hingegen ist diese
errückung der Knoten weit merklicher; sie beträgt jährlich
f 19°, so daß die Mondknoten in einem Zeitraume
n 19 Jahren durch alle Zeichen des Thierkreises rücken.
iese Bewegung der Knoten ist eine nothwendige Folge
r gegenseitigen Anziehungen oder der Gravitation aller
eltkörper gegen einander. Ein angezogner Planet nem-
h, dessen Bahn in einer andern Ebne liegt, als die
ahn des anziehenden, muß die Ebne dieser letztern bey
emmale etwas früher durchschneiden, als sonst geschehen

seyn würde, weil er ohne Unterlaß gegen dieselbe gezogen wird; daher müssen seine Knoten nach derjenigen Seite fortrücken, welche der Bewegung des anziehenden Körpers entgegengesetzt ist. Hieraus entsteht, weil alle Planeten nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne laufen, eine entgegengesetzte oder rückgängige Bewegung aller Knoten, welche beym Monde so beträchtlich ist, weil er durch seine starke Gravitation gegen die Sonne, ingleichen gegen Venus und Jupiter, in seinem Umlaufe um die Erde sehr gestöret wird.

Die Orte und Bewegungen der Knoten gehören unter die Data, welche zu Bestimmung des Laufs von jedem Planeten bekannt seyn müssen, s. **Elemente der Planetenbahnen**, und man wird sie der Tabelle bey dem Artikel: **Weltsystem** beygefügt finden.

Knotenlinie, Linea nodorum, *Ligne des noeuds*. Die gerade Linie ☊☋ (Taf. XII. Fig. 88.) durch beyde Knoten ☊ und ☋, s. **Knoten**. Diese Linie ist der gemeinschaftliche Durchschnitt der Planetenbahn mit der Ebne der Erdbahn oder Ekliptik, und geht also durch die in beyden Ebnen befindliche Sonne S. Die Knotenlinien der Planetenbahnen verändern von Zeit zu Zeit ihre Lagen gegen die Fixsterne, und drehen sich um die Sonne der Ordnung der Zeichen entgegen, s. den vorhergehenden Artikel.

Kobalt, Kobold, Cobaltum, Cadmia fossilis metallica, *Cobalt*. Ein sehr schwerer mineralischer Körper, welcher eine mehr oder weniger glänzende graue Farbe und ein feines Korn hat, derb und fest ist, und an der Luft mit einem pfirsichblütfarbenen Beschlage bedeckt wird. Er ist das Erz eines eignen von **Brandt** (Act. litter. Upsal. 1735. p. 33) entdeckten Halbmetalls, des **Kobaltkönigs**, welcher in ihm hauptsächlich durch Arsenik und Schwefel vererzet ist; die meisten Kobalte aber enthalten auch Wismuth und Silber. Ehedem nannte man alle arsenikalische Erze Kobalte; nach der Zeit aber ist dieser Name nur auf

iejenigen eingeschränkt worden, welche das gedachte Halb-
netall enthalten, das Glas blau färben, und die sympa-
thetische Dinte geben. Sie heißen auch **Farbenkobalte**,
Blaufarbenkobalte, und finden sich vorzüglich in Sach-
en und auf den Pyrenäen.

Der Kobaltkönig hat eine matte, ins Graulichtblaue fal-
ende, metallische Farbe; er ist hart und klingend, aber den-
och brüchig und spröde, auf dem Bruche zeigt er sich dicht
und feinkörnicht. Seine specifische Schwere ist zwischen
,000 und 7,700. Er ist sehr schwerflüssig, und erfordert
zum Schmelzen eine gleiche Hitze mit dem Golde. Sein
Kalk ist schwarz, wird aber von beygemischtem Arsenik
röthlich oder blau, und giebt, mit verglaslichen Materien
n Fluß gebracht, die **Smalte**, ein schönes blaues Glas,
welches das einzige Blau ist, das man bey Verglasungen
brauchen kan, und auf welches die sächsischen Kobalte vor-
züglich benützt werden. Der Kobaltkönig nebst seinen Er-
zen und Kalken löset sich in den mineralischen Säuren auf;
die Auflösung im Königswasser giebt verdünnt **Hellots**
sympathetische Dinte, deren Schrift auf weißem Papier
in der Kälte unsichtbar ist, bey gelinder Wärme aber grün
erscheint, s. **Farben**. Mit Laugensalzen erhält man aus
diesen Auflösungen Niederschläge, welche bey der Vergla-
sung vortrefliche blaue Farben geben. Die aus der Auf-
lösung in Salpetersäure übertrifft den Ultramarin an Höhe
und Feuer. Der **Safflor** oder Zaffer ist der Kalk des
Kobaltkönigs mit einem Antheile gepülverter Kiesel ver-
mischt.

Den häufigen Arsenik der Kobalterze fängt man beym
Rösten derselben in langen gekrümmten Rauchfängen auf,
und erhält auf diese Weise den meisten käuflichen Arsenik.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Zus. Art. Ko-
balt, Kobalterze, Kobaltkönig.

Kochen, s. Sieden.

Kochsalzsäure, s. Salzsäure.

Kochsalzsaure Luft, s. Gas, salzsaures.

Königswasser, Goldscheidewasser, Aqua regis s. regia, *Eau régale.* Eine Mischung der Salpetersäure mit der Salzsäure, welche gewisse Metalle auflöset, die von den reinen Säuren gar nicht, oder doch schwerer, angegriffen werden. Gold und Platina werden blos vom Königswasser, Zinn und Spießglaskönig wenigstens besser und leichter, als von andern Säuren, aufgelöset.

Zu Verfertigung dieses Auflösungsmittels werden entweder Salpetergeist und Salzgeist vermischt, oder es wird ein den Salzgeist enthaltendes Salz (Salmiak, Kochsalz 2c.) im Salpetergeiste aufgelöset, oder Salpetersäure über Kochsalz destilliret. Das durch Auflösung bereitete Königswasser enthält zugleich ein Mittelsalz, aus der Verbindung des im Salze befindlichen Alkali mit der Salpetersäure. Dies ist ammoniakalischer Salpeter, wenn man Salmiak, würflichter, wenn man Kochsalz gebraucht hat. Dieses Mittelsalz schadet zwar der auflösenden Kraft nicht, verändert aber die Natur der Niederschläge. So giebt z. B. die Goldauflösung mit fixem Alkali niedergeschlagen, nur dann Knallgold, wenn das Königswasser einen ammoniakalischen Salpeter enthalten hat, s. **Knallgold.**

Wenn die vermischten Säuren sehr concentrirt sind, so ist das daraus bereitete Königswasser ungemein dampfend. Die Dämpfe lassen sich in Luftgestalt darstellen, wie bey dem Worte: **Gas, salzsaures,** bemerkt worden ist.

Das gewöhnlichste Königswasser wird durch Auflösung von vier Unzen Salmiak in 16 Unzen Salpetersäure gemacht. Zur Platina geben gleiche Theile, und zum Spießglaskönige vier Theile Salpetergeist und ein Theil Salzgeist das beste Verhältniß.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Königswasser.

Körper, Corpus, *Corps.* Mit diesem allgemeinen Namen belegen wir alle Gegenstände, welche in unsere Sinne fallen, und die wir nach ihren ebenfalls in die Sinne fallenden Erscheinungen betrachten. Das Zeugniß der

Sinne ist also der einzige Erkenntnißgrund alles dessen, das wir von den Körpern wissen.

Viele und große Weltweise haben diesen Erkenntnißgrund für allzu ungewiß und verdächtig gehalten, als daß man daraus ein wirkliches Daseyn solcher Körper, dergleichen uns die Erscheinungen darstellen, folgern könnte. Sie haben sich daher von den wahren Verhältnissen der Körperwelt verschiedene Vorstellungen gemacht, wegen deren ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das Wort: Materie verweise. Aber alle diese Vorstellungsarten, so verschieden sie seyn mögen, ändern nichts in der Physik. Man kan es ohne Bedenken einräumen, daß die wirkliche Welt etwas ganz anders, als die sinnliche, sey, und daß alle unsere Ideen von materiellen Dingen blos auf sinnlichen Schein hinauslaufen, welcher durch Verhältnisse der Dinge gegen die Werkzeuge der Sinne, und durch Verhältnisse dieser gegen die Seele selbst, hervorgebracht wird. Es bleibt demohngeachtet in dem, was die Sinne unzählbarer Beobachter an den Körpern bemerken, eine unläugbare Uebereinstimmung und Einheit; folglich giebt es einen allgemeinen sinnlichen Schein, von welchem nur in einzelnen Fällen seltene und widernatürliche Abweichungen vorkommen. Dieser allgemeine sinnliche Schein ist es, nach welchem auch der vollendetste Skeptiker bey jedem Vorfalle des praktischen Lebens urtheilen und handeln wird, wenn er nicht den Namen eines wahnsinnigen Thoren mehr, als den eines Philosophen, verdienen will. Und eben dieser Schein ist es, auf den der Physiker seine Untersuchung der Körperwelt einschränkt. Zufrieden mit dem, was sinnliche Erfahrung ihn und alle andere Menschen lehrt, bescheidet er sich gern, daß diese Erfahrung nicht in das wahre Wesen der materiellen Dinge einzudringen vermöge, und überläßt es dem Metaphysiker, sich durch die Labyrinthe des Materialismus, Dualismus, Idealismus und so vieler andern Systeme über das innere Wesen der Welt, einen glücklichen Weg zum Ziele zu suchen.

Der allgemeine sinnliche Schein stellt die Körper als **ausgedehnte**, **undurchdringliche**, **theilbare** und

träge Substanzen dar. Wir bemerken nemlich an allen Körpern neben einander liegende Theile, unter denen die innern von den äußern nach allen Seiten zu umringt werden: dies belegen wir mit dem Namen der körperlichen Ausdehnung oder des Raums, den uns jeder Körper einzunehmen scheinet, s. Ausdehnung. Dieser Raum hat seine Grenzen, und giebt daher dem Körper seine Figur; daher ist die von Einigen erwähnte Figurabilität eine bloße Folge der Ausdehnung, und keine besondere Eigenschaft der Körper. Weil aber doch der Begriff von Ausdehnung noch zurückbleibt, wenn wir uns den Körper aus seinem Raume herausgenommen denken, so erhellet, daß zum Begriffe des Körpers noch etwas mehr, als Ausdehnung allein, gehöre.

Dies ist dasjenige, was den Raum ausfüllet, oder undurchdringlich macht, d. i. verursacht, daß da, wo ein gewisser Körper ist, nicht zugleich noch ein anderer Körper seyn kan, s. Undurchdringlichkeit. Wir nennen es Materie, materiellen Stoff, Masse des Körpers. Die Erfahrung belehrt uns, daß die Räume, welche die Körper einnehmen, nicht überall und in allen Punkten undurchdringlich sind; daß es Körper giebt, die in gleich großen Räumen mehr oder weniger undurchdringliche Materie enthalten, woraus der Begriff von Dichtigkeit entsteht, s. Dicht. Da wir einen Körper, dessen Raum in jedem Punkte undurchdringlich wäre, vollkommen dicht nennen würden, so haben einige physikalische Schriftsteller die Undurchdringlichkeit selbst mit dem Namen der Dichtigkeit belegt, und daher auch die letztere als eine allgemeine Eigenschaft der Körper angeführt.

Ausdehnung und Undurchdringlichkeit werden durch Gesicht und Gefühl an allen Körpern, auch bey der flüchtigsten Beobachtung, bemerkt. Und da sich unsere Begriffe vom Körper einzig auf dergleichen Erfahrungen gründen, so enthalten dieselben die Ideen dieser Eigenschaften nothwendig, d. h. wir können uns keinen Körper anders, als mit Ausdehnung und Undurchdringlichkeit gedenken. Man nennt daher diese beyden Eigenschaft

Grundeigenschaften der Körper, weil sie von der Vorstellung eines Körpers unzertrennlich sind.

Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Körper theilbar oder aus Theilen zusammengesetzt sind, s. **Theilbarkeit.** Wenn uns auch die Mittel fehlen, diese Theilung wirklich fortzusetzen, so kan doch die Vorstellungskraft noch theilen, so lang Ausdehnung vorhanden ist, s. **Atomen.** Da wir aber alle Körper, mit denen sich Versuche anstellen lassen, theilbar finden, so rechnet man auch diese Eigenschaft, oder besser, dieses Phänomen der Körper zu den allgemeinen. In sofern jede Theilung eines Körpers Kraft erfordert, oder in sofern jeder Körper seiner wirklichen Theilung Widerstand entgegensetzt, wird ihm **Härte** zugeschrieben, daher man auch diese zu den allgemeinen Phänomenen der Körper zu rechnen pflegt.

Endlich nehmen wir wahr, oder können uns wenigstens in allen Fällen vorstellen, daß die Körper ihren Zustand in Absicht auf Ruhe und Bewegung nie ohne Ursache ändern. Dies nennen wir ihre **Trägheit**, die Ursachen der Aenderungen aber **Kräfte.** Viele dieser Kräfte liegen offenbar außer den Körpern selbst; ob aber einige auch in den Körpern liegen, davon belehren uns die Erscheinungen nicht, und wir überschreiten die dem Physiker vorgeschriebenen Grenzen, sobald wir darüber zu entscheiden wagen. Einige Metaphysiker sehen Kraft als etwas dem Körper Wesentliches an, suchen selbst in der Undurchdringlichkeit eine Kraft, oder finden gar das Wesen der Materie in einfachen, mit Kraft versehenen Substanzen, s. **Materie.** Andere hingegen dehnen den Begriff der Trägheit so weit aus, daß sie sich das Verhalten des Körpers als völlig leidend und unwirksam vorstellen, und alle Aenderungen seines Zustands als Wirkungen äußerer Ursachen ansehen. Beyde gehen über das hinaus, was die Phänomene lehren, daß nemlich jede Aenderung des Zustands eine Ursache voraussetze, deren Wesen man nicht kennt, und von der man es oft unentschieden lassen muß, ob sie in oder außer dem Körper liegt.

Unter diese Ursachen, welche Bewegung hervorbringen

und andern, gehört vornehmlich die **Anziehung**, s. Artikel: **Attraction, Cohäsion, Adhäsion, Gravitation, Verwandschaft.** Man wird es nach der vorhergehenden Erklärung nicht widersprechend finden, wenn ich beydes, Trägheit und Anziehung, zu den allgemeinen Phänomenen der Körper rechne.

Alle Körper also zeigen Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Härte, Trägheit, Anziehung, als **allgemeine Phänomene**, wovon die zwey ersten sich als **wesentliche Eigenschaften** betrachten lassen. Hierüber ist kein Zweifel bey den in unsere Sinne fallenden Körpern. Ob aber die ersten Theile der Materie, die Atomen, noch eben diese Phänomene zeigen würden, wenn es möglich wäre, sie abgesondert zu betrachten, darüber kan die Naturlehre nicht entscheiden. Die **atomistische Physik** (Physica corpuscularis) nimmt die ersten Theile eben so, wie die zusammengesetzten Körper, für ausgedehnt, undurchdringlich, hart, und träg an: da hingegen die **Monadologie** ihnen die Eigenschaften der Materie abspricht.

Andere Phänomene der Körper, z. B. Elasticität, Sprödigkeit, Zähigkeit, Festigkeit, Flüßigkeit, Wärme, Kälte, Farbe, Schall, Geschmack, Geruch rc. sind theils bloße Zustände, theils Folgen von Kräften und Bewegungen, welche auf die Werkzeuge unserer Sinne wirken. Sie heißen bisweilen auch **abgeleitete Eigenschaften** (qualitates secundariae), und es wird von ihnen in besondern Artikeln dieses Wörterbuchs gehandelt.

Kohle, Carbo, *Charbon*. Der Rückstand pflanzenartiger und thierischer (d. i. ölichte Theile enthaltender) Substanzen, nach ihrem vollkommenen Glühen in verschloßnen Gefäßen. Der ölichte Bestandtheil nemlich wird durch die Wirkung des Feuers zersetzt, und sein Brennbares, welches wegen der Verschließung und des abgeschnittenen Zutritts der Luft nicht davon gehen kan, verbindet sich mit dem erdichten Grundstoffe zu einem festen, trocknen, schwarzen und zerreiblichen Körper. Man erhält die Kohle nie anders, als aus ölichten Substanzen, also nie aus Schwe-

el oder Metallen, und eine erhaltene Kohle ist ein untrüglisches Merkmal eines vorhanden gewesenen Oels.

Die Kohle enthält ein sehr reines Phlogiston, welches durch ein neues Glühen mit der Vitriolsäure Schwefel, mit der Phosphorsäure Phosphorus, mit den metallischen Kalken Metalle giebt, mit der Salpetersäure aber verpuffet. In der freyen Luft wird die Kohle durch das Feuer zersetzt, und verbrennt, jedoch mit sehr schwacher Flamme und ohne Rauch, da hingegen die Oele selbst eine starke Flamme und viel Rauch geben. Ohne Zutritt der Luft verändert das Feuer die Kohle gar nicht.

Das Verbrennen der Kohlen phlogistisirt die Luft ungemein stark, daher der sogenannte Kohlendampf erstickend und tödtlich ist. (Man s. **Portal** über die mephitischen Dämpfe und vorzüglich den Kohlendampf; aus dem Frz. Frf. und Leipz. 1778. 8.) Freye Luft, Aufrechtstellung des Körpers, Begießung mit kaltem Wasser, Anhalten eines starken Essigs an die Nase, Streichen des Unterleibes und Einblasen dephlogistisirter Luft sind die besten Rettungsmittel der auf diese Art Verunglückten.

Die vegetabilische Kohle zerfällt durchs Verbrennen zu Asche, die den achten Theil ihres Gewichts beträgt, und aus dem firen Gewächslaugensalze, verschiedenen Erden und einem Antheile von Eisen besteht. Die thierische Kohle verbrennt schwerer, verliert nur die Helfte ihres Gewichts, wird weiß und bleibt ziemlich fest. Man nennt sie **Knochenerde** oder **Knochenasche**.

Die **Holzkohlen**, welche für das gemeine Leben und die Chymie so brauchbar sind, werden aus Scheitholze in stehenden oder liegenden **Meilern** bereitet, die man um einen Pfahl herum errichtet, anzündet und mit Leimen bewirft. Durch Oefnungen dieser Bewerfung wird das Feuer so regiert, daß der Meiler wohl durchbrennt, und nur der wässerichte Rauch verlohren geht. Endlich wird das Feuer erstickt, und der Meiler geöfnet. (s. l'Art du charbonnier par Mr. *du Hamel du Monceau*, à Paris, 1761. fol. übersetzt im Schauplatz der Künste und Handw. B. I. S. 1 — 44. **Hallens** Werkstätte, B. III. S.

242 — 250.) Von den **Steinkohlen** wird ein eigner Artikel handeln.

Macquer chym. Wörterb. Art. Kohle.

Koluren, Coluri, *Colures*. Diesen Namen führen zween größte Kreise der beweglichen Himmelskugel, welche durch die beyden Pole gehen, und mit dem Aequator rechte Winkel machen. Der eine von ihnen geht durch die beyden Punkte der Nachtgleichen, der andere durch die beyden Punkte der Sonnenwenden, daher jener **Kolur der Nachtgleichen** (colurus aequinoctiorum, *colure des équinoxes*), dieser **Kolur der Sonnenwenden** (colurus solstitiorum, *colure des solstices*) heißt.

Kometen, Haarsterne, Schwanzsterne, Cometae, Stellae crinitae, comatae, caudatae, *Comètes*. Sterne, die nur zu Zeiten unsern Augen sichtbar werden, gemeiniglich nur ein blasses Licht zeigen, in einen Nebel eingehüllt sind, und mehrentheils einen langen neblichten Schweif nach sich ziehen, welcher allezeit von der Sonne abgekehrt ist. Dieser Schweif (coma, cauda) hat ihre Benennungen veranlasset. Sie unterscheiden sich von den Planeten durch eine eigne Bewegung, die, ohne dem Thierkreise zu folgen, nach allen möglichen Richtungen am Himmel, bald geschwinder, bald langsamer, beobachtet wird. Sie werden oft schon durch Fernröhre gesehen, ehe sie das bloße Auge wahrnimmt, und wenn ihr scheinbarer Lauf sie vor der Sonne vorüber geführt hat, so werden sie nach und nach kleiner, sind zuletzt nur noch durch Fernröhre sichtbar, und verschwinden endlich völlig.

Die ungewöhnliche Erscheinung, das trübe fürchterliche Ansehen, und vornehmlich die Schweife, hatten sonst die Kometen zu Gegenständen der Furcht und des Schreckens gemacht, die, wie man glaubte, den Menschen Krieg, Pest und anderes Unglück androhten. Viele Astronomen hielten sie auch für bloße Meteore oder vorübergehende Erscheinungen unsers Luftkreises. Die neuere Sternkunde aber hat gelehrt, daß sie beständige zu unserm Sonnen-

lem gehörige Körper sind, die sich nach den keplerischen Ge-
etzen, jedoch in sehr langen eccentrischen Ellipsen, um die
Sonne bewegen.

Riccioli (Almag. nov. Bonon. 1651. fol.), Lu-
bieniczi (Theatrum cometicum. Amst. 1667. fol. Lugd.
Bat. 1681. fol.) und Hevel (Cometographia, Gedani,
1668. fol.) haben Verzeichnisse von mehr als 400 vom
23sten Jahrhunderte v. C. G. bis 1665 erschienenen und in
den Geschichtsbüchern angemerkten Kometen geliefert, welche
in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Th. I.
S. 23 — 35.) zusammengezogen, und bis zum Jahre 1774
fortgesetzt sind. Unter den 479 Numern dieses Verzeich-
nisses kommen zwar viele vor, welche sich gewiß blos auf
Meteore beziehen: von mehr als 70 erschienenen Kometen
aber hat man bereits einen Theil ihrer wahren Laufbahnen
um die Sonne mit den dazu gehörigen Elementen berechnet.
Aus diesen Elementen zeigt sich, daß einige dieser Körper
schon mehreremale erschienen sind. Die Kometen von
1456, 1531, 1607, 1682, 1759 sind nur ein einziger, der
seine Laufbahn in 76 Jahren vollendet; so scheinen auch
die von 1532 und 1661 nur einer gewesen zu seyn, dessen
Wiedererscheinung man im Jahre 1789 oder 1790 erwarten
könnte, wenn anders die Beobachtungen des Apianus von
1532 zuverläßig genug sind.

Ohne Zweifel sind noch weit mehrere Kometen erschie-
nen, die man nicht wahrgenommen hat. Durch gute
Fernröhre und genaue Aufmerksamkeit werden viele ent-
deckt, die dem bloßen Auge entgehen; und Messier nahm
seit 1757, zu welcher Zeit man den von 1682 wieder erwar-
tete, und deswegen alle Aufmerksamkeit auf diesen Gegen-
stand richtete, in 7 Jahren 7 Kometen wahr.

Obgleich die Alten, selbst Aristoteles und Ptole-
mäus, die Kometen blos für Meteore unsers Luftkreises
hielten, so ist es doch ausgemacht, daß die Pythagoräer,
Demokrit u. a. ihre immerwährende Bewegung in regel-
mäßigen Laufbahnen gemuthmaßet haben. Die Meynun-
gen der Alten über diese Körper findet man beym Aristo-
teles (Meteor. I. 6.), Plinius (H. N. II. 25.), Plut-

arch (De plac. Philos. III. 2.), **Gellius** (Noct. Att. XIV. 1). Kein Schriftsteller aber hat sich erhabner darüber ausgedrückt, als **Seneca** (Quaest. nat. VII. 13.), dessen Worte eines reifern Zeitalters würdig sind. „Cometas, sagt er, sidera esse cum mundo duratura, quamquam legibus nondum compertis reguntur, haec tam „occulta dies extrahet, ac longioris aevi diligentia, „cui admirationi erit, haec veteres nescire potuisse, post- „quam demonstraverit aliquis naturae interpres, in qui- „bus caeli partibus Cometae errent, quanti qualesque „sient." Dennoch blieb die Meynung von der Vergänglichkeit der Kometen herrschend, und der daraus entstandene Mangel alter Beobachtungen ihres Laufs setzt uns in der Kenntniß ihrer wahren Bahnen ungemein zurück.

Tycho de Brahe war der Erste, der den scheinbaren Lauf des Kometen von 1577 genau beobachtete, und aus seiner geringen Parallaxe schloß, daß er viel weiter, als der Mond, von uns entfernt sey. Er nahm die Bahn desselben für einen Kreis um die Sonne an (De mundi aetherei recentioribus phaenomenis, L. II. 1587.), hielt aber dabey noch immer die Kometen für bald vergängliche Körper. **Kepler**, der den Kometen von 1618 sahe, glaubte, die Beobachtungen desselben auf eine geradlinigte Bahn, zwischen der Sonne und Erde hindurch, reduciren zu können (Libelli tres de cometis, astronomicus, physicus, astrologicus. Aug. Vind. 1619. 4.). Die physikalische Erklärung ist seiner ganz unwürdig; er nimmt die Kometen für neuentstandene Erzeugungen an, die im Himmel, wie Fische im Meere, schwimmen, um den Raum auszufüllen; auch vergißt er die astrologischen Bedeutungen nicht. Indessen ist seine Hypothese von der geradlinigten Bahn der Kometen, von vielen nachherigen Astronomen beybehalten und vorzüglich von **Wrenn**, **Auzout** und dem ältern **Cassini** mit einigen geringen Abänderungen auf wirkliche Berechnungen angewendet worden. **Hevel** kam der Wahrheit etwas näher. Er erkannte die Bahn für parabolisch gegen die Sonne gekrümmt, nahm aber die Kometen für irdische Theile aus andern Planeten an, die in einem para-

olischen Bogen, wie geworfene Körper, im Weltraume ortgeschleudert würden.

Im Jahre 1680 ward am 4. Nov. der große Komet, er allenthalben soviel Schrecken verbreitete, zuerst von Gottfried Kirch in Coburg gesehen. Er gieng mit beschleunigter Bewegung, welche am 30. Nov. täglich 5° betrug, gerade zur Sonne; näherte sich hierauf derselben etwas langsamer, und erreichte sie zu Anfang des Decemb. Am 22. Dec. erschien er wieder auf der andern Seite der Sonne, durchlief täglich 5°, nahm aber an Geschwindigkeit und Größe ab, und verschwand mitten im März 1681. Er hatte die Ekliptik in zween Punkten durchschnitten, welche 98° von einander abstanden, und während der Zeit fast neun Zeichen durchlaufen. Als er von der Sonne zurückkam, hatte sein Schweif eine Länge von 70°. Die Erde hatte eben damals eine so bequeme Stellung, daß seine Rückkehr eben sowohl, als seine Annäherung an die Sonne beobachtet werden konnte.

Georg Samuel Dörfel, Prediger zu Plauen im Voigtlande, hatte diesen Kometen vom 22 Nov. bis zu Ende des Jänners beobachtet; er bewieß (Astronomische Betrachtung des großen Cometen, welcher A. 1680 und 1681 erschienen, von G. S. D. Plauen, 1681. 4.) daß der angekommene und der zurückgegangene Komet einer und eben derselbe sey, und daß sein Lauf eine Parabel beschrieben habe, in deren Brennpunkte die Sonne stehe. Dieses ist unstreitig die erste Entdeckung der wahren Gestalt der Kometenbahnen, wenigstens ihres sichtbaren Theils. Man hat zwar Dörfeln, da er in deutscher Sprache schrieb, und unter den Astronomen wenig bekannt war, lange Zeit dabey nicht genannt, aber Weidler, Montucla und Kästner (Nachrichten von Dörfeln, in den Schriften der Leipz. Gesellsch. freyer Künste, Th. III.) haben seine Verdienste der Vergessenheit entrissen.

Newton entdeckte um eben diese Zeit die Theorie des Kometenlaufs, und machte sie nach einigen Jahren in seinen Principiis bekannt. Was bey Dörfeln blos Muthmaßung aus astronomischen Beobachtungen war, das war

bey Newton nothwendige Folge aus dem allgemeinen System der Gravitation und der Centralbewegungen. Da er nicht umhin konnte, sein Gesetz der Gravitation gegen die Sonne auch auf die Kometen auszudehnen, so folgte daraus, daß ihr Lauf eine **Ellipse** beschreiben, und die Sonne in einem Brennpunkte derselben stehen müsse. Weil wir sie aber nur kurze Zeit sehen, so mußte dies eine Ellipse seyn, von der nur ein kleiner Theil in der Nähe der Erde und der Sonne, oder in der Nähe des Brennpunkts liegt, d. i. eine sehr **eccentrische** Ellipse, wie ADPE, Taf. XII. Fig. 89., deren Mittelpunkt C vom Brennpunkte S sehr weit absteht, und von welcher nur der keine Theil DPE der Erde ♁ sichtbar ist. Da nun in einer solchen Ellipse der Theil DPE sehr wenig von der parabolischen Gestalt abweicht, so war es sehr natürlich, daß Newton zu Erleichterung der Rechnung den sichtbaren Theil der Kometenbahn als eine um die Sonne als Brennpunkt gehende **Parabel** betrachtete. Seine hierauf gegründeten Berechnungen des Kometen von 1680 trafen mit **Flamstead's** und **Kirchs** Beobachtungen so genau überein, daß nicht der mindeste Zweifel mehr zurück bleiben konnte. Sehr merkwürdig war hiebey die große Nähe, in welcher der damalige Komet bey der Sonne vorüber gegangen war. Die kleinste Entfernung PS betrug nur $\frac{1}{163}$ der Entfernung der Erde von der Sonne; woraus Newton, freylich nach eignen Grundsätzen über die Wärme, berechnet, der Komet sey 2000mal stärker, als ein glühendes Eisen, erhitzt worden. Dies setzte, wenn er nicht ganz in Dämpfe aufgelöset werden sollte, eine große Dichtigkeit seines Kerns voraus, und half die Meynung von der Unvergänglichkeit der Kometen bestätigen.

Halley (Synopsis Astronomiae cometicae, in Philos. Trans. 1705.) wandte die newtonische Theorie auf 24 Kometen an, von welchen sich leidlich genaue Beobachtungen vorfanden, und brachte die berechneten Elemente ihrer Bahnen in eine Tabelle. Er hatte das Vergnügen zu sehen, daß **drey** derselben fast einerley Elemente hatten, also ein und eben derselbe Komet waren, dessen Umlaufszeit sich

us diesen Wiedererscheinungen auf 75 — 76 Jahre setzen ieß. Halley verkündigte hieraus die Wiederkunft eben ieses Kometen auf 1759. Diese in ihrer Art einzige Vorersagung ist auch wirklich eingetroffen. Der seiner mannichaltigen Kenntnisse wegen berühmte Landmann Palitzsch bey Dresden sahe den halleyischen Kometen am 25. Dec. 1758 uerst wieder. Es hatte zwar sein letzter Umlauf 500 Tage länger gedauert, als der von 1607 bis 1682; allein die lstronomen zeigten sehr deutlich, daß diese Verspätigung nd die damit verknüpfte Aenderung der Elemente blos der lnziehung des Jupiters und Saturns zuzuschreiben sey. Die Bahn dieses Kometen AEPDA Taf. XII. Fig. 89. hat en Punkt P um 0,58 des Halbmessers der Erdbahn von der Sonne entfernt, und die Linie SP richtet sich nach 3° ♒. Ihre Ebne hat gegen die Ebne der Erdbahn eine Neigung on 18°, und schneidet sich mit letzterer so, daß der aufsteiende Knoten aus der Sonne gesehen im 24° ♉ liegt. Der auf des Kometen geht nach der Ordnung der Buchstaben AEPDA, und ist also rückläufig. Soviel läßt sich aus en Beobachtungen selbst durch die parabolische Theorie inden. Diese Theorie aber bestimmt nichts über die Größe er ganzen Bahn; da die Parabel gar nicht wieder in sich urück geht, so sollte ihr zu Folge der Komet gar nicht vieder kommen, oder A ins Unendliche hinaus fallen. Wenn man aber die Umlaufszeit eines Kometen aus seier mehrmaligen Erscheinung kennt, welche für den von 1759, 28070 Tage beträgt, so findet man daraus vermitelst der dritten keplerischen Regel (s. **Keplerische Regeln**) ür S♉ = 1; $CA = \sqrt[3]{\frac{28070^2}{365,25^2}} = 18,07$; also $AP = 36,14$; ievon $SP = 0,58$ abgezogen, läßt $SA = 35,56$ übrig, und ie halbe kleine Axe CG wird aus der Theorie der Ellipse = 4,54 gefunden. Die Bahn dieses Kometen ist also viermal so lang, als breit; er kömmt der Sonne in P, 61 mal näher als in A, läuft aber auch in P 61 mal geschwinder, und steht in A über $3\frac{1}{2}$ mal weiter von der Sonne als Saturn.

Halley erlaubte sich ähnliche Muthmaßungen über die Kometen von 1532 und 1661 aus den Beobachtungen des **Apianus** und **Hevel**, schloß daraus eine Umlaufszeit von 129 Jahren, und setzte die Wiedererscheinung auf 1790; es wird sich also in den nächsten Jahren zeigen, ob diese Vorhersagung richtig sey; woran jedoch manche Astronomen zweifeln, weil sie in **Apians** Beobachtungen von 1532 ein Mißtrauen setzen, und die Elemente der Bahnen bey den Kometen der angeführten Jahre nicht übereinstimmend genug finden.

Endlich schrieb auch **Halley** dem großen Kometen von 1680 eine Periode von 575 Jahren zu, und glaubte dadurch zu finden, daß er 46 Jahre v. C. G. gleich nach dem Tode des Julius Cäsar, und um die Zeit der Sündfluth erschienen seyn müsse. Er hielt diesen Kometen für die Ursache der Sündfluth, welchen Gedanken **Whiston** weiter ausgeführt hat, s. **Erdkugel**.

Die newtonische Theorie des Kometenlaufs ist durch alle seitdem erschienene Kometen bestätiget worden. Der vom Jahre 1729 gieng sehr langsam und in großer Entfernung von der Sonne, zwischen den Bahnen des Mars und Jupiter durch sein Perihelium. Der von 1744 zeigte bey seiner ersten Erscheinung keinen Schweif, bekam aber einen, der sich während seiner Annäherung an die Sonne bis auf 40° verlängerte. Als er von der Sonne zurückgieng, war nur der Schweif allein sichtbar, aber sehr groß, und in 5 Streifen zertheilt. Der 1769 erschienene zeigte sich im September nach Mitternacht am größten, und mit einem Schweife von 40°. Am 7 Oct. gieng er innerhalb der Merkursbahn, 8mal näher als die Erde, bey der Sonne vorüber. Nach seiner Zurückkunft von derselben, wo er im November Abends wieder sichtbar war, fand ihn **Lambert** (Beytr. zum Gebrauch der Mathem. Th. III. Num. 7) sehr verändert, und wendet auf ihn Virgils Stelle an:

— quantum mutatus ab illo!
Squallentem barbam et concretos sanguine crines
Vulneraque illa gerens, quae circum plurima Solis
Accepit —

Der im Junius 1770 gieng anfänglich sehr langsam, und eigte keinen Schweif, darauf durchlief er in vier Tagen uf einmal einen großen Raum, und legte am 1. Jul. allein 14° zurück. Er ist derjenige, dessen Beobachtungen sich um schwersten mit der parabolischen Theorie vereinigen lassen, daher **Lexell** (Philos. Trans. for 1779. num. 8.) eine Bahn für eine ganz kurze Ellipse angenommen, und ie Umlaufszeit nur auf $5\frac{1}{2}$ Jahr gesetzt hat.

Wie man aus drey Beobachtungen eines Kometen die Elemente des parabolischen Theils seiner Bahn finde, zeigt Newton (Princ. L. III. prop. 41.), und nach ihm vornemlich **Euler** (Theoria motus pianetarum et cometarum. Berol. 1744. 4.). **Lambert** hat einen noch leichtern Weg durch Zeichnung angegeben, und über die Frage von Verbesserung und bequemer Einrichtung der Berechnung der Kometenbahnen hat bey der Berliner Akademie Herr **Tempelhof** im Jahre 1778 den Preiß erhalten. Das schönste und vollständigste Werk über die Lehre von den Kometen ist des Herrn **Pingré** Kometographie (Cometographie, à Paris, 1785. II. Vol. 4.).

Die bis 1774 bekannt gewordenen Elemente der Kometenbahnen hat auch Herr **Bode** (Erläut. der Sternkunde, Th. II. S. 479.) mitgetheilt, und nach **Prosperins** Berechnung (De inveniendis punctis proximis parabolae et circuli circa eund. foc. descr. Upsal. 1773.) beygefügt, wie nahe jeder der Erde höchstens kommen könne. Unter 63 bekannten Kometen gehen nur 8 jenseits der Erd- und 2 jenseits der Marsbahn um die Sonne. Dieses ist wohl ein Zeichen, daß es weit mehr Kometen giebt, wir aber nur die bemerken, welche in die Nachbarschaft der Erde kommen. **Lambert** (Kosmologische Briefe, Augsp. 1761. 8.) trägt sehr erhabne Gedanken hierüber vor, und überschlägt die Anzahl der zu unserm System gehörigen Kometen bis an 4000. Sie durchkreuzen die Flächen der Planetenbahnen nach allen möglichen Seiten und Richtungen, zerstören die festen Sphären des alten Weltsystems und die Wirbel des **Descartes** gänzlich, geben hingegen dem copernikanischen und newtonischen System einen neuen

Glanz, indem sie zeigen, daß sich die Kraft der Sonne nicht blos nach der Fläche der Planetenbahnen, sondern nach allen Seiten verbreite, und der große Raum nicht ungenützt bleibe.

Ueber die physikalische Beschaffenheit dieser Körper sind wird noch sehr wenig belehrt. Die Erscheinungen zeigen mehrentheils an den Kometen **Kopf** und **Schweif**. Jener hat durch Fernröhre betrachtet einen dichten **Kern**, und um denselben eine neblichte **Atmosphäre**. Der Schweif ist jederzeit von der Sonne abwärts gekehrt, welches **Peter Apian** (oder Bienewitz aus Leißnig in Sachsen) zuerst bemerkt hat; er folgt also dem Kopfe nach, wenn der Komet zur Sonne geht, und geht voran, wenn er wieder zurückkömmt. Indem sich der Komet der Sonne nähert, sieht man durch Fernröhre an der der Sonne zugekehrten Seite den Kern seine Rundung verlieren, und sich gleichsam in einen Nebel auflösen, welcher die Atmosphäre vergrößert, um den Kern auf beyden Seiten herumgeht, und den Schweif verlängert. Kömmt der Komet von der Sonnennähe zurück, so ist er sehr verändert; man findet den Kern fast gar nicht mehr, und alles ist dichte Atmosphäre und Schweif; der letztere sehr verlängert, wenn dies die Stellung der Erde zu sehen erlaubt. Die schönen Abbildungen, welche Heinsius (Beschreibung des 1744 erschienen Kometen. St. Petersb. 1744. 4.), nach seinen Beobachtungen durch ein gutes Spiegelteleskop, geliefert hat, zeigen diese Entstehung der Atmosphäre und des Schweifs durch Auflösung der Materie des Kerns ganz sichtlich. Eigentliche Phasen zeigen zwar die Kometen nicht; der von 1744 aber sahe doch auf der Seite am hellsten aus, von der ihn die Sonne beschien. Der Schweif ist allezeit leuchtend und so dünn, daß man die Fixsterne dadurch sehen kan.

Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß diese Körper aus einer Materie bestehen, welche durch den Einfluß der nahen Sonne aufgelöset und in Dünste verwandelt wird, die in den vielen Millionen Meilen langen Schweif fortgetrieben werden, und bey der nachmaligen langen Entfernung

on der Sonne verdichtet wieder herabfallen. Wenn auch leich diese Dünste, wie der Kern selbst, an sich dunkel nd, so wird doch ihre dadurch gleichförmige Erleuchtung urch ihre große Feinheit begreiflich, ohne daß man eben öthig hat, sie für phosphorisch oder elektrisch zu erklären.

Newton, **Halley**, **Whiston**, **Cluver** u. a. nahmen die Einwirkung der Sonne in den Kometen für Erhitzung, und die Schweife für Wasserdämpfe an; **Isaak Vossius** hingegen (De natura lucis. Amst. 1662. 4.) erklärte die Kometen für brennend, und den Schweif für Flamme. **Mairan** (Traité de l'aurore boreale, à Paris, 1732. 1754. 4.) läßt die Schweife aus Theilen der Sonnenatmosphäre bestehen, welche die Kometen an sich nehmen, indem sie sich der Sonne nähern, und die der Stoß der Sonnenstralen von derselben abwärts treibt. Ich überlasse Jedem, hieraus zu wählen, was ihm bey dieser in der That erstaunenswürdigen Erscheinung das Wahrscheinlichste däucht.

Man hat die Kometen zu mancherley Erklärungen genützt, wovon sich Beyspiele bey dem Worte: **Erdkugel** finden. Herr **Wiedeburg** nimmt sie in seinem System über die Generation der Weltkörper für ausgestoßne Sonnenflecken an, die anjetzt zu Planeten oder Monden vorbereitet und gebildet werden. **Lamberts** Gedanken darüber in den kosmologischen Briefen sind sehr erhaben, und selbst da, wo seine Einbildungskraft vielleicht zu weit geht, noch immer schön und hinreißend. Es ist bey allen den erstaunlichen Veränderungen, die die Kometen von der Sonne leiden, gar nicht unmöglich, daß sie denkenden und empfindenden, vielleicht sehr verfeinerten Wesen zum Aufenthalte dienen können, die auf einer so viel umfassenden Laufbahn reichlichen Anlaß finden, an der Mannichfaltigkeit der Schöpfung ihre Talente zu üben, und sich unerschöpfliche Quellen des edelsten Vergnügens zu öffnen.

Der Aberglaube, der sonst die Kometen zu schrecklichen Vorboten des Unglücks machte, ist nicht mehr herrschend. Dagegen hat die neue Theorie Anlaß gegeben, zu befürchten, daß ein Komet der Erde durch seine Annäherung

schaden, sie aus ihrer Laufbahn verdrängen, ihr den Mond rauben, oder ihre Gewässer zu erstaunlichen Höhen erheben könnte. **Heyn** (Versuch einer Betrachtung über Kometen, Sündfluth rc. 1742. 8.) erklärte den Untergang der Erde dadurch, daß ein Komet sie in Gegenden treiben werde, wo sie nicht mehr bewohnbar sey. Ein Komet, so groß als die Erde und nur 13290 Meilen von ihr entfernt, könnte das Meer auf 6000 Ellen hoch erheben. **De la Lande** (Reflexions sur les comètes, à Paris, 1773. 4.) berechnete diese Wirkungen, und zeigte zugleich, daß einige unter den berechneten Kometen ihre Knoten ziemlich nahe an der Erdbahn haben. Diese Schrift verbreitete in Paris eine allgemeine Furcht vor den Kometen. Man sieht aber aus den von **Prosperin** berechneten geringsten Entfernungen, daß es nur 8 bekannte Kometen giebt, welche sich der Erde mehr als $\frac{1}{30}$ ihres Abstands von der Sonne, d. i. um mehr als 400 Erddurchmesser nähern können. Der von 1680 z. B. kan ihr höchstens bis auf 60, der von 1770 auf 96 Erddiameter nahe kommen. Herr **de Sejour** (Essai sur les comètes, Paris, 1775. 8.) berechnet, daß der letztere am 1. Jul. 1770 von der Erde wirklich nur um 750000 Lieuen abgestanden habe, und ihr näher, als irgend ein anderer, gekommen sey. Dennoch hat er keine uns bekannte Aenderung verursacht, und diejenigen Kometen, deren Schweife das fürchterlichste Ansehen hatten, waren der Sonne sehr nah, also entfernt genug von der Erde. Auch **Euler** (De periculo a nimia appropinquatione cometae metuendo, in Nov. Comm. Petrop. To. XIX. no. 1.) hat durch genauere Berechnung dargethan, daß die Knoten dieser acht Kometen noch viel zu entfernt sind, um Zerrüttungen auf der Erde zu veranlassen, wobey er auch des **de la Lande** Angabe über die Höhe der dadurch erregten Wasserfluthen sehr mäßiget.

Montucla hist. des mathematiques To. II.

Kästners Anfangsgr. der Astr. 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 303 u. f.

Bode kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde, Th. II. S. 457. u. f.

De la Lande astronomisches Handbuch, Leipz. 1775. gr. 8. S. 577. u. f.

Kosmisch, Cosmicus, *Cosinique*. Dies Wort bedeutet seinem Ursprung nach: was sich auf die Welt bezieht. Man nennt den Auf- oder Untergang der Gestirne kosmisch, wenn er mit Anfang des Tages oder mit Sonnenaufgang geschieht. Alsdann geht das Gestirn gleichsam der **Welt** auf oder unter. So geht Sirius für Leipzig jährlich um den 8. Aug. mit der Sonne zugleich auf, und um den 17. Nov. bey Sonnenaufgang unter. Dies sind bey uns die Tage seines kosmischen Auf- und Untergangs. Diese Tage für jede Zeit und jeden Ort angeben zu können, ist zur Erklärung der alten Schriftsteller nöthig, s. die Artikel: **Aufgang**, **Akronyktisch**.

Kosmogonie, Cosmogonia, *Cosmogonie*. Die Lehre von der Entstehung und Bildung der Körperwelt. Daß man für die Lehre von einem solchen Gegenstande einen eignen Namen hat, ist wohl ein sehr großer Beweis von den kühnen Anmaßungen des menschlichen Verstandes. Denn am Ende läuft alles, was wir davon mit Ueberzeugung wissen, auf den einzigen Satz hinaus, daß die Welt das Werk eines höchst vollkommnen, weisen, mächtigen und gütigen Schöpfers sey, der alles, was er nach seinen erhabnen Endzwecken des Daseyns würdig fand, durch die schicklichsten Mittel hervorgebracht hat.

Wir kennen in unsern kleinen Beobachtungskreise nur einen höchst unbedeutenden Theil des Hervorgebrachten selbst, und müssen uns über die Mittel der Hervorbringung und Bildung, wenn wir auch nur bey unserer Erdkugel stehen bleiben, mit höchst schwankenden Muthmaßungen befriedigen. Welche Vermessenheit ist es, in die Bildung des unermeßlichen Ganzen blicken zu wollen!

Kosmographie, Weltbeschreibung, Cosmographia, *Cosmographie*. Die Beschreibung der Welt und ihrer Hauptheile. Sie begreift die Astronomie und Geographie, als zween besondere Abschnitte, unter sich. Bisweilen aber wird der Name Kosmographie auch für Geographie allein gebraucht.

Kosmologie, Coſmologia, *Coſmologie.* Die Lehre von der materiellen Welt, ihren Haupttheilen, und allgemeinen Geſetzen. Man begreift darunter, außer der Aſtronomie und Geographie, auch die allgemeine Phyſik, oder den Inbegriff der allgemeinen Naturgeſetze, überhaupt alles dasjenige, was in der Körperwelt beſtändig und bleibend zu ſeyn ſcheint. Die abſtracte Betrachtung deſſelben macht unter dem Namen der allgemeinen Kosmologie einen Theil der Metaphyſik aus, die beſondere Anwendung auf die Erſcheinungen mit der Betrachtung der drey Naturreiche auf unſerer Erde verbunden, iſt dasjenige, was unter dem Namen der **Phyſik** oder **Naturlehre** insgemein vorgetragen wird.

Maupertuis (Eſſai de Coſmologie, in den Oeuvres de *Maupertuis*, à Lyon, 1768. IV. To. 8maj. To. I.) unterſucht unter dem Namen der Kosmologie die aus der Betrachtung der Natur gezognen Beweiſe für das Daſeyn eines höchſten Weſens, leitet aus den Eigenſchaften deſſelben ſein allgemeines Naturgeſetz **der kleinſten Wirkung** (ſ. **Wirkung**), und aus dieſem die Geſetze der Bewegung her, und beſchließt mit einem Gemälde des ganzen Weltbaus. **Wiedeburg** (Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Koſmologie, Gotha, 1776. gr. 8.) giebt unter dieſem Titel einen Auszug des Gemeinnützigſten aus der allgemeinen Phyſik, Sternkunde und Erdbeſchreibung; **Wünſch** (Kosmologiſche Unterhaltungen, Leipz. 1778—1780. III. B. 8.) theilt ſehr wohl geſchriebene und gründliche Belehrungen über die Himmelskörper, die Erdkugel, die vornehmſten Lehren der Phyſik, und den Menſchen mit.

Kraft, Vis, *Force.* Ein allgemeiner Name alles deſſen, was Bewegung hervorzubringen, zu ändern oder zu hindern ſtrebt. Daß dieſe Urſachen der Bewegung in der tiefſten Dunkelheit verborgen liegen, und ihr erſter Urſprung außer der Körperwelt geſucht werden müſſe, iſt ſchon bey dem Worte: **Bewegung** erinnert worden. Da indeß jede Aenderung des Zuſtands einen Grund, mithin auch

ede Entstehung und Veränderung der Bewegung eine Ursache voraussetzt, so behelfen wir uns mit dem Worte: Kraft, um dadurch alle diese Ursachen zu bezeichnen, die wir so oft nennen müssen, obgleich ihre Natur ein unerforschliches Geheimniß bleibt.

Die Bewegung ist das wichtigste, aber auch das unerklärbarste Phänomen der Körperwelt, sie mag nun durch lebende Wesen, oder durch Mittheilung, oder durch Gravitation u. dgl. hervorgebracht werden. Unter den Weltweisen haben sie einige als etwas der Materie wesentlich Eignes angesehen, andere mit dem **Aristoteles** von einer ersten selbst unbewegten Ursache (πρωτον κινϒν ἀκινητον) hergeleitet.

Malebranche, der die Gottheit mit Recht zum Urheber der Bewegung macht, findet den unmittelbaren Einfluß dieses höchsten Wesens bey jedem besondern Wurfe, Falle und Stoße nöthig, und macht so die ganze Körperwelt zu einer unaufhörlichen Reihe von Wundern. Die Einführung des Wortes **Kraft** sollte anfänglich dazu dienen, die Bewegung deutlicher zu **erklären**; aber man hat in dieser Rücksicht dadurch nichts weiter gewonnen, als einen Namen, der unsere Unwissenheit verstecken hilft, und der wegen des dunkeln Begrifs, den er bezeichnet, ganz bequem ist, um aus ihm noch mehr Wirkungen, als die Bewegung allein, herzuleiten.

Das Wort **Kraft** drückt im eigentlichen Verstande das aus, was wir in uns fühlen, wenn wir ruhende Körper bewegen, oder bewegte aufhalten wollen. Die Empfindung, die wir alsdann haben, ist jederzeit mit einer Veränderung der Ruhe oder Bewegung des Körpers, auf den wir wirken, begleitet. Wir können uns nicht enthalten, das, was in uns ist, für die Ursache dieser Veränderung anzunehmen. Sehen wir nun ähnliche Veränderungen ohne unser Zuthun erfolgen, so sind wir geneigt, eine ähnliche Ursache davon, eine **Kraft**, außer uns zu vermuthen. Man übersieht leicht, wie undeutlich diese Vorstellung ist. Inzwischen giebt sie einen bequemen Namen für die Ursache

der Bewegung, in welchem wir nur nichts mehr, als Benennung, niemals Erklärung, suchen dürfen.

So sagen wir, daß unsere Hand Kraft anwende, um Körper zu bewegen, wir schreiben dem Stoße des bewegten Körpers gegen andere eine Kraft zu, und nennen die Schwere, die die Körper fallen macht, die Cohäsion, die der Trennung der Theile widersteht u. s. w., eine Kraft.

Da wir diese Kräfte nicht anders, als aus ihren Wirkungen, kennen, so kan auch ihre Größe nicht anders, als durch die Größe ihrer Wirkungen, bestimmt werden. Wir nennen also eine Kraft doppelt so groß, als die andere, wenn sie unter eben den Umständen eine doppelt so große Bewegung hervorbringt. Da nun die Größe der Bewegung durch das Produkt der Masse M in die Geschwindigkeit C, oder durch MC ausgedrückt wird, s. **Bewegung**, so hat **Descartes** eben dieses Produkt als das Maaß der Kräfte angegeben. Daß über dieses Kräftemaaß ein Streit entstanden ist, von welchem ich im Fortgange dieses Artikels noch einiges anführen werde, ist nicht zu verwundern, da man selbst von dem, was hier gemessen werden soll, keine deutlichen Begriffe hat. Man muß bey der Vergleichung der Kräfte sehr sorgfältig seyn, um nur solche gegen einander zu halten, welche sich ähnlich sind, und unter ähnlichen Umständen wirken; daher muß man den Begriff dessen was man vergleichen will, bestimmter festsetzen, als es durch die bloße Benennung Kraft geschieht.

Lehrreicher, als alles, was sich im Allgemeinen über die Kraft sagen läßt, sind die besondern Betrachtungen der Kräfte, welche ich hier in alphabetischer Ordnung beyfüge.

Absolute Kraft, Vis absoluta, *Force absolue*, heißt eine solche, welche in einen Körper unaufhörlich und immer gleich stark wirkt, er mag ruhen, oder sich bewegen. Eine solche Kraft ist die Schwere, welche den Körper, er sey in Ruhe oder Bewegung, keinen Augenblick verläßt, und ihn immer mit gleicher Stärke fortzutreiben sucht. Die Wirkung einer solchen Kraft ist, wenn der Körper durch ein Hinderniß aufgehalten wird, ein **ununterbrochner Druck**, wenn er aber frey ist, eine **beschleunigte Be-**

wegung, s. **Beschleunigung.** Der absoluten Kraft wird die **relative** entgegengesetzt.

Anziehende Kraft, s. **Anziehung**, **Attraction.**

Ausdehnende Kraft, Vis expansiva, *Force expansive.* So heißt die Elasticität oder Federkraft flüßiger Körper, welche in einen engern Raum zusammengedrückt, sich wieder auszubreiten, und das Hinderniß, das sie einschränkt, zu bewegen streben, s. **Elasticität.**

Beschleunigende Kraft, Vis acceleratrix, *Force acceleratrice.* Diesen Namen legt man in der Dynamik der Stärke derjenigen Kraft bey, welche in jeden einzelnen Theil einer Masse wirkt. „Wie stark ein Stein meine Hand drückt, lehrt mich die Empfindung; dieser Druck ist ohne Zweifel die Summe von allen einzelnen Drucken der Theile des Steines, da jeder dieser Theile mit einer gewissen Stärke, die für alle einerley ist, durch die Schwere gestoßen wird" (**Kästner** höhere Mechanik, I. Abschn. Cap. III. §. 51.). Diese Stärke des Stoßes, den die Schwere auf jeden Theil ausübt, ist hier die **beschleunigende**, die Summe aller Stöße, oder der ganze Druck des Steins die **bewegende Kraft.** Auf der Oberfläche der Sonne würde jeder Theil des Steins etwa 29mal stärker gegen die Sonne gravitiren, als er hier gegen die Erde gravitirt, d. h. die beschleunigende Kraft der Schwere ist daselbst 29mal größer, als bey uns.

Nimmt man eine beschleunigende Kraft von bestimmter Größe, z. B. die Schwere der Erdkörper unter dem Aequator zur Einheit an, so lassen sich andere beschleunigende Kräfte dagegen halten, in Zahlen ausdrücken, und so auch unter einander selbst vergleichen. Rollt z. B. eine Kugel auf einem Brete hinab, das mit der Horizontalebne einen Winkel von 45° macht, so ist, wenn man die Schwere $= 1$ setzt, die beschleunigende Kraft, welche die rollende Bewegung hervorbringt, $= \frac{1}{2}\sqrt{2}$; wird das Bret so geneigt, daß der Winkel nur 30° beträgt, so wird sie $= \frac{1}{2}$, und die beschleunigenden Kräfte in beyden Fällen verhalten sich, wie $\sqrt{2} : 1$.

Jede Kraft erzeugt, wenn sie frey wirken kan, **Bewegung**, wenn sie daran gehindert wird, Streben nach Bewegung, d. i. **Druck** gegen das Hinderniß, s. **Druck**. Im letztern Falle fällt es in die Augen, daß der Druck, oder die bewegende Kraft P, dem Producte der beschleunigenden Kraft f in die Masse oder Anzahl der Theile M proportional seyn muß, weil er desto größer ist, je mehr Theile da sind, und je stärker in jeden derselben gewirkt wird. Daher kan man, alles in den gehörigen Einheiten ausgedrückt (wenn z. B. die Schwere = 1 gesetzt, die Masse aber durch das Gewicht in eben solchen Pfunden u. s. w. wie der Druck, angegeben wird,) $P = Mf$ setzen. Wird in obigem Beyspiele eine Kugel von 3 Pfund auf dem Brete mit der Hand aufgehalten, so ist ihr Druck gegen die Hand bey einem Neigungswinkel von $30° = \frac{1}{2}.3 = 1\frac{1}{2}$ Pfund. Hieraus folgt

$$f = \frac{P}{M}$$

Im erstern Falle hingegen, in welchem f keinen Druck, sondern wirklich **Bewegung** hervorbringt, ist ohne Rücksicht auf die Größe der Masse, die in einer bestimmten Zeit erzeugte Geschwindigkeit v sowohl, als der in dieser Zeit durchlaufene Raum s desto größer, je größer die beschleunigende Kraft f ist. Ein Pfund Bley z. B. würde auf der Oberfläche der Sonne freygelassen in einer Secunde durch einen 29mal größern Raum, als auf der Erdfläche, d. i. durch 29 × 15 oder 435 Fuß fallen, und dadurch eine Geschwindigkeit erhalten, mit der es in 1 Sec. 29 × 30 oder 870 Fuß zurücklegen könnte. Nemlich die in jeden Theil wirkende Kraft beschleunigt jeden desto stärker, je größer sie ist; alle Theile aber fallen zugleich ohne Rücksicht auf ihre Anzahl, daher richtet sich die Beschleunigung nicht nach der Masse, sondern blos nach der Größe dieser in die Theile wirkenden Kraft, welcher Umstand auch den Namen der **beschleunigenden Kraft** veranlasset hat.

Diesen Satz, auf welchem die meisten und wichtigsten Wahrheiten der höhern Mechanik beruhen, hatte **Newton**

Princ. L. I. Def. 7. et Axiom. 2.) ohne Beweis als eine othwendige Folge des Grundsatzes angenommen, daß ch alle Wirkungen, wie ihre Ursachen verhalten. Er läßt ch in der größten Allgemeinheit, für unveränderliche so- ohl, als veränderliche Kräfte, am besten auf folgende rt ausdrücken. Die Beschleunigung oder Zunahme der eschwindigkeit d v, welche die Kraft f in jedem unendlich leinen Zeittheilchen d t hervorbringt, verhält sich, wie ie Kraft f. Nun bringt die Schwere = 1 in eben dem eittheilchen d t die Beschleunigung 2 g d t hervor, s. Be- egung, **gleichförmig beschleunigte**. Also ist d v: g d t = f : 1. Hieraus folgt

I.) $dv = 2gfdt$

Gegen diesen als Axiom angenommenen Satz erinnerte **Daniel Bernoulli** (Examen principiorum Mechanicae, 1 Comm. Petrop. To. I. p. 127.), es sey das Wesen und ie Wirkungsart der Kräfte so wenig bekannt, daß ch hier von der Größe der Ursache keine nothwendige Schlußfolge auf die Größe der Wirkung ziehen lasse, und ch vielleicht die Beschleunigung d v eben sowohl, wie das Quadrat oder eine andere Function von f verhalten könne. Dies veranlaßte **Eulern** (Mechanica, L. I. §. 146 — 52 ingl. Theoria motus corp. solid. Cap. III.), einen Be- eis dieses Satzes zu versuchen. **D'Alembert** (Traité e dynamique, art. 19.) will lieber den zu erweisenden Satz ür die Definition der beschleunigenden Kraft annehmen. Pour nous, sagt er, sans vouloir discuter, si ce prin- cipe est d'une verité necessaire ou contingente, nous nous contenterons de le prendre pour une definition etc Nous entendrons donc par force acceleratrice simple- ment l'élément de la vîtesse." Allein, da es hier eigent- ch darauf ankömmt, zu erweisen, daß die Beschleunigung v eben dem f proportional sey, welches man beym Drucke $= \frac{P}{M}$ setzen kan, so steht es entweder nicht mehr frey, eine eue Definition von f zu geben, oder es kömmt die Nothwendigkeit eines Beweises immer wieder zurück, so-

bald man das so definirte $f=\frac{P}{M}$ setzen will. Daher haben es die Herren **Kästner** (Anfangsgr. der höh. Mechanik, I. Abschn. Cap. III, §. 51—73) und **Karsten** (Lehrbegrif der gesammten Math. III. Theil, Mechanik, Abschn. III. §. 47—53) für nöthig gehalten, eigne und keine weitere Einwendungen übriglassende Beweise dieses Satzes zu geben. Uebrigens giebt **Karsten** der beschleunigenden Kraft f den Namen **Beschleunigung der Kraft.**

Wenn man die der Geschwindigkeit v zugehörige Höhe, weche $=\frac{v^2}{4g}$ ist (s. **Fall der Körper**), u nennt, so wird $du=\frac{2vdv}{4g}$, oder wenn für dv das gleiche 2gfdt gesetzt wird, $du=fvdt$. Und, weil allezeit $vdt=ds$ (s. **Bewegung, gleichförmige**),

II.) $du=fds$.

Die Gleichungen I. und II. sind der Grund von allem, was sich in der höhern Mechanik von Wirkungen anderer Kräfte, als unserer Schwere, und besonders veränderlicher Kräfte, sagen läßt, und sie mit Daniel Bernoulli bloß für **zufällig** halten, ist eben so viel, als den meisten Lehren der höhern Mechanik ihre Nothwendigkeit absprechen.

Bewegende Kraft, Vis motrix, *Force motrice.* So nennt man die ganze in eine gewisse Masse wirkende Kraft, welche sich durch das Produkt der beschleunigenden Kraft f in die Masse oder Anzahl der Theile, also durch Mf ausdrücken läßt, und dem **Drucke** P gleich ist, den sie ausübt, wenn keine Bewegung erfolgen kan. Bey schweren Körpern ist das **Gewicht** die bewegende, die **Schwere** die beschleunigende Kraft. Das Gewicht eines Centners ist 100mal größer, als das Gewicht eines Pfundes; aber die Schwere, oder was auf jeden Theil wirkt, ist bey beyden einerley. Und weil hiebey $f=1$, so ist $P=M$, oder man kan die Masse dem Gewicht gleich setzen, s. **Masse.**

In einer andern Bedeutung hat man das Wort: be-

vegende **Kraft** für dasjenige Bestreben genommen, mit velchem ein ruhender Körper das Hinderniß, auf das er rückt, oder ein bewegter Körper den andern, dem er begegnet, in Bewegung zu setzen sucht. Man hat dafür gehalten, dieses Bestreben sey der Größe der Bewegung proportional, und werde daher eben so, wie diese, durch MC d. i. durch das Produkt der Masse M in die Geschwindigkeit C ausgedrückt, mit welcher der Körper entweder wirklich fortgeht, oder doch fortgehen würde, wenn er sich bewegen könnte. Man hat daher dieses Produkt das **Maaß der bewegenden Kräfte** genannt.

In dieser von **Descartes** und dem **P. Mersenne** eingeführten Redensart herrscht einige Undeutlichkeit der Begriffe, indem unstreitig dasjenige **bewegende Kraft** genannt wird, was eigentlich nur **Bewegung** ist und heißen sollte. Dennoch würde man sie vielleicht, wie viele andere uneigentliche Ausdrücke, ruhig beybehalten haben, wenn nicht Herr **von Leibnitz** (*G. G. L.* Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum etc. in Act. Erud. Lips. a. 1686. mens. Mart. p. 161 sqq.) auf eine andere Art, bewegende Kräfte zu messen, gefallen wäre. Er behauptete nemlich, die Kräfte der Massen M, m, die mit den Geschwindigkeiten C, c fortgiengen, verhielten sich, wie $MC^2 : mc^2$, und das Maaß der Kräfte sey also vielmehr das Produkt der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Sein Beweis ist folgender. Eine Masse A von 1 Pfund falle durch eine Höhe von 4 Ellen, so erhält sie dadurch eine Kraft, vermöge welcher sie wieder eben so hoch steigen könnte. Eine andere Masse B von 4 Pfund falle durch eine Höhe von 1 Elle; sie erhält dadurch eine Kraft, wieder 1 Elle hoch zu steigen. Diese beyden erhaltenen Kräfte sind gleich, weil 1 Pfund durch 4 Ellen zu heben, eben so viel Kraft erfordert wird, als 4 Pfund durch 1 Elle zu heben. Nach der cartesianischen Art, die Kräfte zu messen, sollten also hier die Producte der Massen in die Geschwindigkeiten gleich seyn. Aber nach den Gesetzen des Falles schwerer Körper ist die Geschwindigkeit der Masse A, die durch 4 Ellen fiel, doppelt so groß, als die der Masse

B, welche durch 1 Elle fiel. Folglich geben die Geschwindigkeiten (2 und 1) in die Massen (1 und 4) multiplicirt, Producte (2 und 4), welche **ungleich** sind. Hingegen die Höhen des Falls oder die Räume, bis auf welche A und B wieder steigen könnten (4 und 1), geben in die Massen (1 und 4) multiplicirt, **gleiche** Producte (4 und 4). Da nun hier die Kräfte gleich seyn müssen, so erhellet, daß man, um sie zu messen, die Massen nicht in die Geschwindigkeiten, sondern in die Höhen des Falls, oder in die Quadratzahlen der Geschwindigkeiten, multipliciren müsse.

Wenn man auch überhaupt den hier angenommenen Begriff von Kraft zuläßt, und die Absicht, solche im bewegten Körper selbst liegende Kräfte zu messen, billiget, so wird doch dieser Beweis des Herrn **von Leibnitz** schon darum zweifelhaft, weil dabey keine Rücksicht auf die Zeit genommen ist. Die Masse 4 durch den Raum 1, und die Masse 1 durch den Raum 4 **in gleicher Zeit** heben, erfordert allerdings einerley Kraft: aber in dem angeführten Beyspiele würden die beyden Massen nicht in gleicher, sondern A in doppelter, B in einfacher Zeit auf die gedachten Höhen steigen; man ist also gar nicht so schlechthin berechtiget, die Kräfte beyder Massen für gleich anzunehmen. Vielmehr läßt sich der ganze Beweis, wenn man die Zeit mit in Betrachtung ziehet, sehr leicht so wenden, daß er das cartesianische Maaß der Kräfte bestätiget.

Herr **von Leibnitz** erläuterte seine Meynung durch eine andere Schrift (Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires etc. in Act. Erud. Lips. a. 1695. mens. Apr. p. 145 sq.), in welcher er die Kräfte in **todte** und **lebendige** eintheilt. Todte Kraft nennt er diejenige, welche keine Bewegung, sondern nur Bestreben nach Bewegung hervorbringe (in qua nondum existit motus, sed tantum sollicitatio ad motum); lebendige Kraft die mit wirklicher Bewegung verbundene. Die Alten, sagt er, hätten bloß die todte Kraft betrachtet; ihre sogenannte Mechanik sey daher nur Statik gewesen. Nun sey das Product MC in der That das Maaß der **todten** Kräfte aus der besondern Ursache, weil sich beym ersten Anfange

der Bewegung und bey der bloßen Sollicitation, die ersten Elemente der Räume, wie die anfänglichen Geschwindigkeiten selbst, oder wie die Bestrebungen nach Geschwindigkeit, verhalten würden. Aber beym Fortgange der Bewegung, wobey lebendige Kraft entstehe, verhielten sich die endlichen Räume nicht mehr, wie die Geschwindigkeiten, sondern wie deren Quadrate; mithin müsse das Maaß der **lebendigen** Kräfte MC^2 seyn.

Das Ansehen des Herrn **von Leibnitz** hat diesen Behauptungen viele Anhänger und Vertheidiger verschaft, unter welche vorzüglich **Daniel Bernoulli** (Examen principiorum Mechanicae, in Comm. Petrop. To I. p. 130 sqq.), **Johann Bernoulli** (Discours sur le mouvement, in Opp. To. III. num. 135. ingl. De vera notione virium vivarum, in Act. Erud. Lips. 1735. Maj. p. 210 und Opp. To. III. num. 145.), **Hermann** (Phoronomia, Amst. 1716. 4.), **Bilfinger** (De viribus corpori moto insitis, earumque mensura, in Comm. Petrop. To. I. p. 43 sqq.), **Wolf** (Principia dynamica, in Comm. Petrop. To. I. p. 217 sqq.), **s'Gravesande** (Physices Elem. math. L. I. c. 22. §. 460.), und **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. I. §. 272 sq.), gehören. Dagegen ist die cartesianische Ausmessung durch MC von **Mairan** (Diss. sur l'estimation et la mésure des forces motrices des corps, Paris, 1741.), **Jurin** (Principia dynamica, Philos. Transact. no. 476 u. 479.), **Desaguliers** (Course of experimental philosophy, Lond. 1745. 4. Vol. I.), **Maclaurin** (Account of Sir Isaac Newton's philos. discoveries, Book II. Chapt. 2.), **Heinsius** (Diss. de viribus motricibus, praeside *Hausen*, Lips. 1733. 4.) und Andern vertheidiget worden. Die Geschichte des Streits erzählen **Arnold** (Diss. duae de viribus vivis earumque mensura. Erlang. 1754. 4.) und noch kürzer Herr **Kästner** (Anfangsgr. der höh. Mech. III. Absch. §. 202 u. f.).

Die Vertheidiger der leibnitzischen Ausmessung haben sich unter andern auch darauf berufen, daß Kugeln von gleicher Masse, wenn sie aus gewissen Höhen herab auf weichen Thon fallen, Gruben eindrücken, deren Tiefe sich,

wie das Quadrat der letzten Geschwindigkeit, verhält. Sie haben hiebey die Tiefe der Löcher als die Größe der Wirkung angesehen, die man den Kräften der Kugeln zuschreiben müsse, und daraus geschlossen, daß sich diese Kräfte selbst bey gleichen Massen, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, verhalten. Die Gegner antworten hierauf, man müsse nicht auf die Tiefen der Gruben allein, sondern zugleich auf die Zeiten sehen, binnen welchen diese Gruben eingedrückt würden: Leibnitzens Anhänger hingegen schließen die Betrachtung der Zeiten gänzlich aus.

Dies wird genug seyn, um die Lage des Streits zu übersehen. Beyde Theile suchen die Größe einer angenommenen Ursache, die sie **Kraft** nennen, aus der Größe der Wirkung zu bestimmen. Aber der eine Theil bestimmt sie aus derjenigen Wirkung, welche binnen einer gewissen Zeit erfolgt, der andere aus der Totalsumme der ganzen erfolgenden Wirkung ohne Rücksicht auf die darauf verwendete Zeit. Wenn, um die Kräfte zweener Menschen zu vergleichen, der eine darauf sieht, welcher von beyden in einer Stunde am meisten arbeitet, der andere aber beyde mit frischen Kräften anfangen läßt und untersucht, welcher bis zur gänzlichen Ermüdung das Meiste vollbringe, so wird wohl jeder Unbefangene urtheilen, daß man durch die erste Art der Probe wirklich etwas ganz anders erfahre, als durch die zweyte. Eben so wird durch die cartesianische Berechnung etwas ganz anders, als durch die leibnitzische, ausgemessen. Wenn aber doch beyde Theile das Ausgemessene **Kraft** nannten, so nahmen sie dieses Wort in verschiedener Bedeutung; und dieser Streit, an dem so viele scharfsinnige und gelehrte Naturforscher Theil genommen haben, war im Grunde nichts mehr, als ein bloßer Wortstreit.

Nach **Karsten** (Lehrbegrif der gesammt. Math. Th. IV. Mechanik, Abschn. XVII. §. 269.) ist hiebey sogar über ein bloßes Hirngespinst gestritten worden. Man könne, sagt dieser, dem bewegten Körper gar keine Kraft beylegen, mit der er fortgehe, sich hebe, andere stoße u. dgl. Alles, was er von dieser Art thue, geschehe vermöge seiner

Trägheit, und weiter sey in ihm nichts, was den Namen einer Kraft verdiene. Zwar rede man im gemeinen Leben so, die bewegte Masse M setze die ruhende N in Bewegung. Eigentlich aber liege die Ursache, warum N bewegt werde, in M und N zugleich, weil beyde undurchdringlich seyn. Wollte man also der bewegten Masse eine eigne Kraft beylegen, so müßte man auch der ruhenden eine solche zuschreiben. Ein drückender oder bewegter Körper drücke und bewege sich nicht selbst, sondern das, was drücke oder ihn bewege, müsse wenigstens in Gedanken von ihm unterschieden werden. Höre dies einmal auf, ihn zu beschleunigen, so behalte er zwar die letzte Geschwindigkeit — aber was solle nun wohl noch in ihm zurückbleiben, das den Namen einer Kraft verdiene? Man habe also bey diesem Maaße der Kräfte vergessen zu fragen, ob nicht das, was man messen wollte, vielleicht überall eine Chimäre sey.

So scharfsinnig diese Bemerkungen sind, so scheinen sie doch demjenigen, der das Kraft nennen will, was die ruhende Masse N, wenn sie von der bewegten M gestoßen wird, in Bewegung setzt, die Freyheit dazu nicht zu benehmen, weil doch überhaupt alles, was in einem ruhenden Körper Bewegung hervorbringt, Kraft heißen kan. Es ist aber auch unläugbar, daß die Bemühungen, diese Art Kräfte auszumessen, sehr entbehrlich sind, da man aus den Begriffen von den eigentlich sogenannten bewegenden Kräften und von der Trägheit, allein die ganze Mechanik herleiten kan.

Bewegende Kräfte der Maschinen, Potentiae moventes, *Puissances*, *Forces mouvantes*. Diejenigen Kräfte, deren man sich in der Ausübung bedient, um die Maschinen in Bewegung zu setzen. Die bisher bekannten bewegenden Kräfte sind folgende.

1. Die Kraft der **Menschen**. Sie ist unter allen die brauchbarste, und erfordert die wenigste Veranstaltung, weil Menschen nach jeder ihnen gegebnen Vorschrift, auf so mannichfaltige Art und nach allen verlangten Richtungen durch Heben, Tragen, Ziehen, Drücken, Stoßen, Treten, Drehen u. s. w. wirken, auch Stärke und Richtung

ihrer Kraft in jedem Augenblicke nach Bedürfniß abändern können. Zugleich aber ist auch die menschliche Kraft, der Belohnung und Unterhaltung wegen, die kostbarste, und darf nie anders, als mit Schonung und Sparsamkeit angewendet werden. Die Alten trieben fast alle ihre Maschinen durch Sclaven, deren Unterhalt wenig kostete, und deren Leben und Gesundheit ihnen oft nicht sonderlich theuer war. Diese Anstrengung und Verschwendung der menschlichen Kräfte, in der wir es ihnen weder gleich thun können noch wollen, setzte sie in Stand, bey sehr eingeschränkten Kenntnissen der mechanischen Theorie, dennoch erstaunenswürdige Unternehmungen auszuführen. Bey unsern mechanischen Entwürfen hingegen muß immer die möglichste Schonung der menschlichen Kraft eine Hauptabsicht seyn. An der Aufrichtung des großen Obelisken im Circus Vaticanus zu Rom arbeiteten unter der Regierung des Caligula 20000 Menschen (Plin. H. N. XXXVI, 9.); **Dominicus Fontana** bewirkte im Jahre 1586. die Errichtung eben dieses Obelisken auf dem St. Petersplatze durch 960 Menschen und 80 Pferde.

Die Größe der menschlichen Kraft ist freylich in verschiedenen Körpern höchst verschieden; doch läßt sich hiebey für Menschen, die zur körperlichen Arbeit geschickt sind, im Durchschnitt ein Mittel angeben. Die Muskeln des Fußes und der Schenkel tragen, wenn man auf die Zehen tritt, das ganze Gewicht des Körpers, und oft noch Lasten von 150—160 Pfund. In gewöhnlicher aufrechter Stellung, oder auch mit etwas eingebognen Leibe und Knieen trägt oft ein Mensch mehrere Centner. Durch Drücken in vertikaler Richtung kan er höchstens so viel bewirken, als das Gewicht seines Körpers beträgt. Durch Zug oder Druck in horizontaler Richtung vermag er nicht mehr, als ein Gewicht von 24—25 Pfund, und wirkt mit einer Geschwindigkeit, welche 6000 Schuh in einer Stunde beträgt. Man darf dagegen nicht einwenden, daß ein Mann auf einem horizontalen Boden Lasten zu ziehen oder fortzuschieben vermag, die über einen Centner wiegen. Denn er hat bey diesem Zuge oder Drucke nicht das ganze Gewicht der

Last, sondern nur die Reibung am Boden zu überwinden, welche bey einer schicklichen Veranstaltung nur einem kleinen Theile der Last gleich ist, s. Reiben. Im Schlitten auf dem Eise, wo sich das Reiben sehr vermindert, wird er noch größere Lasten bewegen können. Desaguliers setzt, vielleicht mit einigem Nationalvorurtheile, die Kraft eines Engländers im Verhältnisse 7 : 5 größer, als die eines Franzosen oder Holländers.

2. Die Kräfte der Thiere. Gewöhnlich werden dazu die Pferde gebraucht, welche im horizontalen Zuge, im Durchschnitte genommen, 175 Pfund, d. i. siebenmal mehr, als ein Mensch bewegen, und beynahe doppelt so geschwind damit fortgehen können. Zwar zieht ein Pferd auf ebnem Wege und gutem Fuhrwerke wohl 1000 Pfund; allein es hat hiebey nicht das Gewicht der 1000 Pfund zu heben, sondern nur das Reiben an den Theilen des Fuhrwerks zu überwinden, welches bey 1000 Pfund Last ohngefähr 175 Pfund beträgt. Weit weniger zieht es auf bergansteigenden Wegen, wobey es einen Theil der Last selbst zu tragen bekömmt. Desaguliers setzt die Kraft des Pferdes im Zuge 200 Pfund.

3. Die Kraft des Wassers, eine der vortreflichsten und nützlichsten, welche die neuere Mechanik bey den meisten Maschinen an die Stelle der sonst gewöhnlichen menschlichen Kraft gesetzt hat. Man bringt sie so an, daß der Fall oder das Gewicht des Wassers Räder in Umtrieb setzt. Die Größe der Kraft oder vielmehr der Wirkung kömmt hiebey auf Menge, Geschwindigkeit und Richtung des Wassers gegen die Theile des Rades an. Ein großer Vorzug dieser Kraft, nächst ihrer ansehnlichen Stärke, ist der, daß man ihre Wirkung sehr gleichförmig erhalten kan, indem sich das überflüßige Wasser ableiten, der Mangel aber durch Schützen ersetzen läßt, auch bey den sogenannten Panstermühlen das Rad nach der jedesmaligen Höhe des Wassers gehangen werden kan.

4. Die Kraft des Windes, oder der in der Atmosphäre bewegten Luft. Man setzt dem Winde etwas entgegen, das ihn mit einer großen Fläche auffängt, und so

durch ihn in Bewegung gesetzt wird, wie die Segel der Schiffe und die Flügel der Windmühlen. Diese Kraft ist zwar unter allen die wohlfeilste; allein ihre Stärke und Richtung sind sehr veränderlich. Wegen der Richtung müssen sich die Flächen, die den Wind auffangen, nach allen Gegenden kehren lassen. Den Unbequemlichkeiten aber, die aus der veränderlichen Stärke entstehen, kan man nicht so leicht vorbeugen. Ein allzustarker Wind ist den Maschinen gefährlich; ein allzuschwacher hingegen läßt sie oft unbrauchbar.

5. Die Kraft des **Feuers**, oder weit richtiger: der Druck der Atmosphäre auf einen durch Erkaltung und Verdichtung elastischer Dämpfe plötzlich hervorgebrachten leeren Raum. Man ist erst in neuern Zeiten auf den Gebrauch dieser sehr vortheilhaften bewegenden Kraft gekommen, s. **Dampfmaschine.**

6. Die Kraft der **Gewichte**, oder die Schwere der Körper. Sie gewährt den Vortheil, daß sich ihre Wirkung sehr genau bestimmen läßt, und immer unverändert bleibt, wie denn auch die Gewichte zum Maaße aller andern drückenden oder ziehenden Kräfte dienen. Demohnerachtet sind sie in der praktischen Mechanik nicht sehr brauchbar, weil sie sich immer niederwärts bewegen, und daher entweder einen großen Raum zum Sinken, oder ein öfteres Aufziehen erfordern. Sie werden also nur da gebraucht, wo die bewegende Kraft sehr langsam oder nicht weit sinken darf, wie z. B. bey Uhren, oder zu Gegengewichten.

7. Die Kraft der **Federn** oder die Elasticität fester Körper, s. **Elasticität.** Solche elastische Körper sind z. B. Stahlfedern, Metalldrath, lange Stangen von Tannenholz u. dgl. Oft werden sie nur gebraucht, gewisse Theile der Maschinen an einander zu drücken, oder, wenn die Hemmung weggenommen wird, eine plötzliche Bewegung durch einen kleinen Raum, wie bey den Flintenschlössern, hervorzubringen. Will man sie zu länger daurenden Bewegungen brauchen, so müssen sie in eine von ihrer natürlichen sehr weit abweichende Figur gebracht, z. B. zusammengewunden werden, da sie denn, indem sie sich

hrer natürlichen Gestalt nach und nach wieder nähern, gewisse Theile der Maschinen ziehen und bewegen können. Diese Einrichtung haben die Federn der Taschenuhren. Sie werden in Gehäuse eingeschlossen, nehmen daher sehr wenig Raum ein, und sind bey kleinen Maschinen, wie bey Uhren, Avtomaten u. dgl. sehr gewöhnlich. Im Anfange, wenn sie noch stark gespannt sind, ziehen sie stärker, als in der Folge, worauf bey der Einrichtung der Maschinen Rücksicht genommen werden muß. Auch erfordern sie von Zeit zu Zeit ein neues Aufwinden.

Ohne Zweifel liegen noch andere bisher unbekannte oder ungebrauchte Kräfte in der Natur, welche vielleicht die Nachwelt zur praktischen Mechanik wird anwenden lernen. So lassen sich schon jetzt allerley Spielwerke durch Elektricität und Magnetismus in Bewegung setzen. Wie wenig möchten wohl unsere Vorfahren erwartet haben, daß man beträchtliche Wasserkünste vermittelst der Dämpfe des kochenden Wassers umtreiben werde? Eben so wenig können wir voraussehen, welche Vortheile noch die Zukunft in dem unermeßlichen Felde der Natur entdecken werde.

Man versteht endlich unter **bewegenden Kräften, Potenzen** (Potentiae, *Puissances, Forces mouvantes*), bisweilen auch die Maschinen selbst. Besonders ist dies in der französischen Sprache gewöhnlich. So hat **Camus** sein Buch von der praktischen Mechanik *Traité des forces mouvantes* überschrieben, s. **Potenzen**.

Centralkräfte, Centrifugalkraft, Centripetalkraft, s. diese Worte an ihren gehörigen Stellen.

Federkraft, s. **Elasticität.**

Gleichförmig beschleunigende Kraft, s. **Unveränderliche Kraft** in der Folge dieses Artikels.

Kraft der Trägheit, s. **Trägheit.**

Kraft des Wurfs, s. **Wurf.**

Lebendige Kraft, Vis viva, *Force vive.* Herr **von Leibnitz** (Specimen dynam. pro admirandis naturae legibus etc. in Act. Erud. Lips. a. 1695. April. p. 145.) hat die Kräfte zuerst in **todte** und **lebendige** eingetheilt, um dadurch die Anwendung des von ihm angegebnen Maaßes

der Kräfte genauer zu bestimmen, s. **bewegende Kraft**. Er nennt die lebendige Kraft eine solche, die mit wirklicher Bewegung verbunden ist (vim cum motu actuali coniunctam), da hingegen die todte Kraft (sollicitatio ad motum) nur strebe, Bewegung hervorzubringen, ob sie gleich in der That keine erzeuge. Es scheint hiernach, als habe er nur diejenigen Kräfte, welche wirkliche Bewegung hervorbringen, lebendige nennen wollen. In diesem Sinne wird auch das Wort von den meisten Vertheidigern des leibnitzischen Maaßes der Kräfte, unter andern von **Wolf** genommen, der überall dasjenige, was nur gerade zum Gleichgewichte hinreicht, die todte Kraft nennt, von der lebendigen aber sagt: Vis motrix dicitur *viva*, si motum actu producit (*Wolff* Elem. Mechan. Cap. I. Defin. 7.). **Johann Bernoulli** aber geht in seiner Abhandlung: De vera notione virium vivarum (Act. Erud. 1735. Maj. p. 210 und Opp. To. III. num. 145.), von diesem Begriffe einigermaßen ab. Er sagt daselbst, die lebendige Kraft bestehe nicht in actuali exercitio, sondern nur in facultate agendi: sie bleibe noch immer lebendige Kraft, wenn sie auch nicht wirke, oder nichts habe, worein sie wirken könne. Sie sey also etwas für sich bestehendes (aliquid reale et substantiale, quod per se subsistit, et quantum in se est non dependet ab alio) und würde schicklicher **Fähigkeit zu wirken** (facultas agendi, Gallice *le pouvoir*) genannt werden können.

Um die Verschiedenheit beyder Begriffe besser zu übersehen, stelle man sich eine durch irgend eine Kraft bewegte Kugel vor. Von der Kraft, welche die Kugel in Bewegung gesetzt hat, ist hier die Rede gar nicht, obgleich auch diese nach Leibnitzens Erklärung und in der Sprache der Wolfischen Schriften eine lebendige Kraft heißen würde, weil sie Bewegung erzeugt hat. Vielmehr wird hier der bewegten Kugel selbst eine Kraft zugeschrieben. Nach Herrn **von Leibnitz** soll diese nur alsdann statt finden, wenn diese Kugel andere Körper, die sie antrifft, wirklich in Bewegung setzt. Nach **Bernoulli** aber soll sie auch alsdann in der Kugel liegen, wenn diese auf ihrem Wege

ichts antrifft, das sie in Bewegung setzen könnte; sie soll ine bloße Fähigkeit seyn, Bewegung zu erzeugen, wofern ich dazu Gelegenheit finden sollte.

Diese Kraft hält nun **Bernoulli** für etwas ganz Eignes und Substantielles. Er schließt hieraus, daß man ihre Größe bloß durch die Totalsumme aller von ihr erzeugten Wirkungen zu messen habe, ohne auf die Zeit zu sehen, in welcher die Wirkungen erfolgen; eben so, wie man, um die Capacität eines Gefäßes zu messen, bloß auf die Menge des darinn enthaltenen Wassers zu sehen hat, ohne die Zeit, in welcher das Wasser eingefüllt oder abgelassen werden kan, in Betrachtung zu ziehen, woraus freylich die leibnitzische Abmessung der Kräfte folgt. So vertheidigt Bernoulli dieses Maaß der Kräfte mit Voraussetzung eines Begrifs von Kraft, an den vielleicht der Erfinder selbst nicht gedacht hatte, und der, wenn er auch nicht ganz unzuläßig ist, doch immer ein sehr dunkler und am Ende entbehrlicher Begrif bleibt, s. **bewegende Kraft**.

Es lassen sich über diese Kraft der bewegten Körper, zumal nach **Bernoulli's** Vorstellung, fast eben die Bemerkungen machen, die ich bey dem Worte: **Centralkräfte** (Th. I. S. 487. besonders 494) über die **Schwungkraft** vorgetragen habe. Der bewegte Körper setzt seinen Weg vermöge der Trägheit fort, und selbst beym Stoße, wo er seine Bewegung einem andern mittheilt, läßt sich aus dieser Trägheit und der Undurchdringlichkeit der Materie alles erklären, s. **Stoß**. Will man inzwischen das Vermögen des Körpers, sich fortzubewegen, und andere zu stoßen, Kraft nennen, so muß man sich nur erinnern, daß diese Kraft zu einer andern Classe von Ursachen gehört, als die Schwere, die Kraft der Menschen und Thiere, u. s. f.

Johann Bernoulli leitete aus seinem Begriffe von lebendiger Kraft den so berühmt gewordenen und wenigstens in der Geschichte der Mechanik merkwürdigen Satz her: **In der Körperwelt wird immer einerley Summe lebendiger Kräfte erhalten.** Man nennt diesen Satz den **Grundsatz der Erhaltung lebendiger Kräf-**

te (principium conservationis virium vivarum). Bernoulli hält ihn für so einleuchtend, daß er sagt, wer ihn beweisen wollte, würde ihn nur verdunkeln. Man könne doch nicht läugnen, daß eine wirkende Ursache nie ganz oder zum Theil verlohren gehen könne, ohne vorher eine dem Verlust gemäße Wirkung hervorgebracht zu haben. Die lebendige Kraft eines bewegten Körpers sey etwas Absolutes und so Positives, daß sie in dem Körper bleiben würde, wenn es auch dem Schöpfer gefiele, die ganze übrige Körperwelt zu vernichten. Wenn also die lebendige Kraft eines Körpers bey seinem Stoße an einen andern vermindert werde, so müsse dagegen die lebendige Kraft des andern um eben soviel zunehmen, woraus denn die beständige Gleichheit der Totalsumme lebendiger Kräfte nothwendig folge.

Diesem Grundsatze gemäß, und nach der Leibnitzischen Ausmessung der Kräfte durch MC^2, muß also beym Stoße zweener Massen M und m, wenn sie mit den Geschwindigkeiten C und c an einander treffen, und nach dem Stoße die Geschwindigkeiten V und v erhalten,

$$MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2$$

seyn. Dies ist auch in der That der Fall bey dem Stoße elastischer Körper, s. **Stoß**. Beym Stoße harter Körper hingegen, wo beyder Geschwindigkeit nach dem Stoße gleich, oder $v = V$, und

$$MC + mc = MV + mV$$

ist, findet dieses Gesetz nicht statt. Johann Bernoulli nahm aus andern Gründen keine vollkommen harten Körper an, s. **Stetigkeit**. Ihm schienen also die Gesetze des Stoßes elastischer Körper hinreichend zu Bestätigung seines Grundsatzes, und von dem Stoße der weichen unelastischen Massen sagt er, es werde dabey ein Theil der lebendigen Kraft auf ihre Zusammendrückung verwendet, der aber doch nicht verlohren gehe, sondern im Körper zurückbleibe; so wie in einer gespannten Feder, die aber durch ein Hinderniß zurückgehalten werde, die lebendige Kraft immer bleibe, ob sie gleich nicht thätig werden könne.

So wenig man nun den Grundsatz der Erhaltung lebendiger Kräfte in derjenigen Allgemeinheit, die ihm sein

Erfinder beylegt, für erwiesen oder unbezweifelt halten kan; so ist doch nicht zu läugnen, daß man ihn in einem etwas ingeschränktern Sinne in sehr vielen Fällen richtig findet. Drückt man ihn nemlich so aus:

Wenn ein System mehrerer Massen in Bewegung ist, und diese Massen während der Bewegung in einander wirken, so ist die Summe der Produkte aller einzelnen Massen in die Quadrate ihrer erlangten Geschwindigkeiten, in jedem Augenblicke eben so groß, als sie seyn würde, wenn diese Massen nicht in einander gewirkt hätten,

so läßt sich die Wahrheit desselben fast in allen Fällen aus andern mechanischen Gründen erweisen. So ist es z. B. wahr, daß die Summe der Produkte aus den Massen in die Quadrate der Geschwindigkeiten eben dieselbe bleibt, es mögen die Massen A, B, C u. s. w. als mehrere einfache Pendel neben einander schwingen, oder sie mögen als Theile eines einzigen aus ihnen zusammengesetzten Pendels während der Schwungbewegung in einander wirken. Dies hat Bernoulli selbst aus andern mechanischen Gründen sehr überzeugend dargethan. Auch **d'Alembert** erweiset das Gesetz der Erhaltung der Kräfte, in der angezeigten Einschränkung genommen, aus andern Sätzen der Mechanik.

Man hat dieses Gesetz mit großem Nutzen auf viele schwere mechanische Aufgaben angewendet, die sich dadurch oft leichter, als durch andere Methoden, haben auflösen lassen. So hat z. B. **Daniel Bernoulli** in seiner Hydrodynamik die ganze Lehre von der Bewegung flüßiger Körper auf dieses Gesetz gegründet, und so viele seinen Vorgängern zu schwer gebliebene Aufgaben zuerst aufgelöset. Bey dem jetzigen Zustande der Mechanik aber ist es ziemlich entbehrlich, da man alles, was durch dasselbe erfunden worden ist, nun viel sicherer aus andern Gründen herleiten kan, welche **Johann Bernoulli** großentheils selbst entdeckt hat.

Mittlere Kraft, s. zusammengesetzte Kraft.

Normalkraft, s. dieses Wort an seiner gehörigen Stelle.

Relative Kraft, Vis relativa, *Force relative.* Sie wird der absoluten entgegengesetzt, und ist eine solche, welche anders in den ruhenden, anders in den verschiedentlich bewegten Körper wirkt. Ein Beyspiel davon giebt die Wirkung der Hand, die eine Kugel fortschiebt, und dabey immer einerley Geschwindigkeit behält. Anfänglich bringt die Hand viel Veränderung im Zustande der Kugel hervor; sie erzeugt Geschwindigkeit, wo vorher keine war. Zuletzt aber nimmt die Kugel die Geschwindigkeit der Hand selbst an, und empfindet daher nichts mehr von der Nachfolge derselben.

Retardirende Kraft, Vis retardatrix, *Force retardante.* So heißt eine beschleunigende Kraft, wenn sie nach einer der wirklichen Bewegung des Körpers entgegengesetzten Richtung wirkt, und daher die Geschwindigkeit dieser Bewegung vermindert. So wirkt z. B. die Schwere der Bewegung eines aufwärts geworfenen Körpers entgegen, macht also, daß die Geschwindigkeit, mit welcher er aufsteigt, immer geringer wird und endlich ganz aufhöret. In diesem Falle ist die Schwere eine retardirende Kraft, s. **Bewegung, gleichförmig-verminderte.**

Schnellkraft, Spannkraft, s. **Elasticität.**

Schwerkraft, s. **Gravitation.**

Tangentialkraft, s. dieses Wort an der ihm zukommenden Stelle.

Todte Kraft, Vis mortua, *Force morte.* So nennt Herr **von Leibniz** eine Kraft, welche gegen ein unüberwindliches Hinderniß wirkt, und also nur Bewegung hervorzubringen **strebt**, ohne dieselbe wirklich erzeugen zu können. So spannt z. B. eine Kugel den Faden, an dem sie hängt, oder drückt den Tisch, auf dem sie liegt, mit einer todten Kraft. Man nennt sowohl den Druck selbst todte Kraft, als auch das aus dem Drucke entstehende Bestreben nach Bewegung (sollicitationem ad motum). **Johann Bernoulli** (De vera notione virium vivarum. §. 4.) nimmt todte Kraft und Druck für völlig einerley;

n einem andern Orte (Discours sur le mouvement, Chap. II. Def. 2.) giebt er folgende Erklärung: La force morte st celle, que reçoit un corps, lorsqu'il est sollicité et ressé de se mouvoir.

Leibnitz sagt, die lebendige Kraft entstehe aus unählig oft wiederholten Eindrücken der todten Kraft (ex nfinitis vis mortuae impressionibus). Wenn nemlich das, as drückt, z. B. die Schwere, in jedem Augenblicke durch as Hinderniß aufgehoben wird, so erfolgt nur Druck; enn aber nach weggenommenem Hindernisse die Masse irklich bewegt wird, so giebt ihr die wirkende Ursache in dem Zeittheilchen einen Druck, oder ein unendlich kleines Vermögen, andere Körper zu bewegen, woraus denn in ndlicher Zeit eine endliche Kraft entsteht. In diesem Sinne läßt sich behaupten, die lebendige Kraft sey in Vergleichung mit der todten, oder die Kraft des Stoßes sey in Vergleichung mit dem Drucke unendlich groß. Es folgt ieraus, daß sich Stoß und Druck gar nicht mit einander ergleichen lassen, sondern sich wie ein Integral und sein Element verhalten; daher man auch die Kraft des Stoßes icht durch Gewichte ausdrücken kan, s. Stoß.

Daß man die todte Kraft durch MC, oder durch das Produkt der Masse in die Geschwindigkeit, welche im ersten Anfange der Bewegung vorhanden seyn würde, ausmessen müsse, darüber sind beyde Parteyen, welche über das Maaß er lebendigen Kräfte gestritten haben, einig gewesen. Auch äßt sich die Ausmessung anwenden, man mag unter todr Kraft diejenige bewegende Kraft, welche eine Masse rücken macht, oder den Druck selbst, oder das daraus entehende Bestreben nach Bewegung verstehen.

Veränderliche Kraft, Vis variabilis, *Force variale.* So heißt eine beschleunigende Kraft, wenn sie nicht n allen Stellen des Weges, durch den eine Masse bewegt wird, gleich stark bleibt. So sind die Schwere der Erde egen die Sonne, oder die des Monds gegen die Erde, eränderliche Kräfte, weil sie nicht in allen Stellen der Erd- oder Mondbahn einerley bleiben. In den Fällen, wo eine olche Kraft nach einem gewissen Punkte gerichtet ist, s.

Centripetalkraft, richtet sich ihre Größe gemeiniglich nach der Entfernung des bewegten Körpers von diesem Punkte. So verhält sich die Schwere der Erde gegen die Sonne umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung beyder Weltkörper, und würde viermal so groß seyn, wenn diese Entfernung nur halb so groß wäre. Wenn in einer gewissen Entfernung a die Kraft so groß ist, daß sie den Körper mit beschleunigter Bewegung in der ersten Secunde durch den Raum e treiben würde, so ist sie in der Entfernung y so groß, daß sie ihn in eben der Zeit durch den Raum $\frac{a^2e}{y^2}$ treibt. Will man nun die Kraft f selbst so ausdrücken, daß dabey die Schwere der Erdkörper, welche in der ersten Secunde durch g treibt, $=1$ gesetzt wird, so hat man $g : \frac{a^2e}{y^2} = 1 : f$, oder

$$f = \frac{a^2e}{gy^2}.$$

Alles, was die Mechanik von Bewegungen lehrt, die aus veränderlichen Kräften entstehen, beruht auf der Gleichung $dv = 2gfdt$, in welcher statt f der gehörige Werth desselben gesetzt, und die Gleichung auf eine Form gebracht werden muß, in welcher sie sich integriren läßt. Beyspiele hievon sind bey den Worten: **Bewegung, ungleichförmig-beschleunigte, Centralbewegung** (Th. I. S. 345 ingl. S. 472. u. f.) gegeben worden.

Man nennt die veränderlichen Kräfte auch **ungleichförmig-beschleunigende** (vires inaequabiliter accelerantes).

Ungleichförmig-beschleunigende Kraft, s. **Veränderliche Kraft**.

Unveränderliche Kraft, Vis constans, *Force constante.* Eine beschleunigende Kraft, welche in allen Stellen des Weges, durch den eine Masse bewegt wird, gleich stark bleibt. So läßt sich die Schwere der Körper gegen die Erde, während des Falles von einer geringen Höhe, als eine unveränderliche Kraft ansehen. Kömmt aber die Höhe des Falles mit dem Halbmesser der Erde in merkliche

Vergleichung, so ist auch die Schwere während des Falles veränderlich, und in den tiefern Stellen stärker, als in den höhern. Wenn f unveränderlich ist, läßt sich die Formel $dv = 2gfdt$ an sich integriren, und giebt $v = 2gft$, und weil $vdt = ds$ mithin $2gftdt = ds$) $s = gft^2$, woraus alles so folgt, wie für die gleichförmig beschleunigte Bewegung (Th. I. S. 336. 337.). Daher heißen die unveränderlichen Kräfte auch **gleichförmig beschleunigende** (uniformiter s. aequabiliter accelerantes).

Zurückstoßende Kraft, s. **Repulsion.**

Zusammengesetzte Kraft, mittlere Kraft, Vis composita, *Force resultante.* Diejenige Kraft, welche aus der Vereinigung zwoer oder mehrerer nach verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte entspringt. Diese verschiedenen Kräfte selbst werden die **äußern Kräfte** genannt. Aus der Größe und Richtung der äußern Kräfte findet man die mittlere eben so, wie man aus der Größe und Richtung mehrerer zusammenkommenden Bewegungen die zusammengesetzte Bewegung findet, s. **Zusammensetzung der Kräfte.**

Krystall, Crystallus, *Crystal.* So nennt man überhaupt eine jede Substanz, deren Theile so geordnet sind, daß sie **regelmäßig gebildete** feste Massen ausmachen. Anfänglich ward dieser Name blos dem natürlichen Krystall oder **Bergkrystall** (Crystallus nativa s. montana, *Crystal de roche*) beygelegt, einem harten durchsichtigen Steine, der die Gestalt eines sechsseitigen Prisma hat, auf dessen Grundflächen zwo sechsseitige Pyramiden aufgesetzt sind. Dieser Bergkrystall wird bisweilen ganz rein und ungefärbt, bisweilen farbigt gefunden, und macht dasjenige aus, was man insgemein **unächte Edelsteine** nennt. Er besitzt alle Eigenschaften der Kieselerde, und **Bergmann** hat aus der Auflösung dieser Erde in Flußspathsäure durchs Anschießen künstlichen Bergkrystall erlangt. Dieser Stein ward schon von den Alten sehr hoch geschätzt, und zu allerley Gefäßen von großem Werthe verarbeitet. Wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Eise

(κρύος, glacies) legten sie ihm den Namen Krystall bey. Das Krystallglas, welches ihm nachahmen soll, s. Glas, erlangt doch niemals die Härte des natürlichen Krystalls.

Bey den Operationen der Chymie erhalten viele Körper, wenn sie aus dem flüßigen Zustande langsam in den festen übergehen, eine regelmäßige Gestalt, welche gewissen Substanzen specifisch eigen ist. Weil diese Körper alsdann, besonders wenn sie durchsichtig sind, Aehnlichkeit mit dem natürlichen Krystalle haben, so hat man zuerst den durchsichtigen, dann aber allen überhaupt den Namen der Krystallen gegeben. Man sagt also nicht allein von den Salzen, welche sich aus ihren Auflösungen unter bestimmten Gestalten niederschlagen, daß sie sich **krystallisiren** oder in **Krystallen anschießen**, sondern man gebraucht eben diese Ausdrücke auch von kiesichten, metallischen u. a. Substanzen, und nennt überhaupt alle Mineralien, deren äußere Gestalt regelmäßig gebildet ist, krystallisirte, s. **Krystallisation.**

Krystall, isländischer, Doppelstein, Doppelspath, Crystallus islandica s. duplicans, spathum duplicans, *Crystal d' Islande.* Ein durchsichtiger blättriger, in rhomboidalischen Stücken brechender Kalkspath, welcher die merkwürdige Eigenschaft hat, die dadurch gesehenen Gegenstände zu verdoppeln. Man findet ihn in Schweden, Island und der Schweiz. Die Stücken, in welche er bricht, sind Parallelepipeda mit rhomboidalischen Seitenflächen, deren stumpfe Winkel 101° 52′, folglich die spitzigen 78° 8′ betragen. Die Neigung der Seitenflächen selbst gegen einander ist 105°.

Die ersten Beobachtungen über die Erscheinungen dieses Krystalls sind von **Erasmus Bartholin**, Professor der Geometrie und Medicin zu Kopenhagen. (Experimenta Crystalli Islandici, quibus mira et insolita refractio detegitur. Hafniae, 1669. 4.). Er bemerkte, daß die Gegenstände A und B (Taf. XII. Fig. 90.), auf welche die Grundfläche eines solchen Krystalls gelegt ward, bey aa und bb doppelt erschienen; daß die beyden Bilder des

weiter von einander abstanden, je dicker der Krystall war, und daß ihre Entfernung am größten erschien, wenn der Gegenstand auf der Diagonallinie NL lag, welche durch die spitzigen Winkel der Grundfläche geht. Er schloß aus allem, daß hiebey eine doppelte Brechung jedes Strals vorgehe, wovon die eine nach den gewöhnlichen Regeln nach dem Brechungsverhältnisse 5 zu 3 erfolge, die andere ungewöhnliche aber auf die Neigung des Strales gegen eine mit den Seiten des Krystalls parallele Ebne ankomme.

Huygens (Traité de la lumiere, Leid. 1690. 4. chap. 5. auch lateinisch in *Hugenii* Opp. reliquis, Amst. 1728. 4. To. I.) bestimmte diese Erscheinungen weit genauer, und bemerkte, daß sie sich auf die Ebne GCFH Taf. XII. Fig. 91. bezogen, welche an einer Ecke, wie C, wo drey stumpfe Winkel zusammenstoßen, durch die Linie CG, welche den Winkel ACB halbirt, und durch die Seitenlinie CF gelegt wird. Diese Ebne nannte er den **Hauptschnitt** des Krystalls, und blos in ihr oder in solchen, die mit ihr parallel sind, bleibt der ungewöhnlich gebrochne Stral mit dem einfallenden und dem gewöhnlich gebrochnen in einerley Ebne. Wenn er die Fläche AB bedeckte, und blos durch ein kleines Loch bey K einen Sonnenstral senkrecht auf CG fallen ließ, so gieng ein Theil dieses Strals ungebrochen in der Linie KL fort, ein anderer Theil aber ward unter einem Winkel von 6° 40′ nach KM gebrochen, und nahm bey seinem Ausgange durch M die mit IK parallele Richtung MZ wieder an. Liegt also in L ein Gegenstand, so wird von ihm in die Oefnung eines Auges bey I nicht allein der Stral LKI, sondern auch LRI kommen, dessen Theil LR mit MK parallel ist; und das Auge in I wird den Gegenstand L doppelt, einmal durch die gewöhnliche Brechung in L, das anderemal durch die ungewöhnliche in S sehen.

Wenn der Stral NO in der Ebne des Hauptschnitts liegt, und mit CG einen Winkel von 73° 20′ macht, so wirft ihn die gewöhnliche Brechung nach OP fort, der Theil aber, auf den die ungewöhnliche wirkt, geht in die-

sem Falle in gerader Linie mit NO nach Q fort, und bleibt auch beym Herausgehen in dieser Linie.

Huygens fand, wie Bartholin, das Brechungsverhältniß für die gewöhnliche Brechung 5 : 3, für die ungewöhnliche aber veränderlich, nach der verschiednen Neigung des einfallenden Strals. Für das Gesetz, nach welchem sie sich richtet, giebt er dieses an: wenn der senkrecht auf CG fallende Stral IK nach M gebrochen wird, so fallen die Stralen, die mit IK gleiche Winkel machen, und durch K gehen, auf der Linie HF in gleiche Entfernungen vom Punkte M, und eben so auch in andern Schnitten des Krystalls.

Endlich macht er noch folgende wichtige Bemerkung. Wenn zwo Stücken Doppelspath in einiger Entfernung von einander so gehalten werden, daß ihre Seitenflächen parallel sind, und der Lichtstral durch das erste Stück in zween gespalten ist, so werden diese Theile im zweyten Stücke nicht wieder gespalten, sondern der regelmäßig gebrochne Theil folgt blos der gewöhnlichen, der andere blos der ungewöhnlichen Brechung. Liegen die Stücken so, daß ihre Hauptschnitte einen rechten Winkel machen, so wird der im ersten Stücke regelmäßig gebrochne Stral im zweyten Stücke blos der ungewöhnlichen, der andere blos der gewöhnlichen Brechung folgen. Bey schiefen Lagen der Stücken aber werden die Lichtstralen beydemal gespalten.

Uebrigens erklärt **Huygens** diese sonderbaren Erscheinungen, seiner Hypothese vom Lichte gemäß, aus den wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln der Lichtmaterie so, daß die sphärischen Wirbel die gewöhnliche, die sphäroidischen hingegen die unregelmäßige Brechung verursachen sollen.

Newton (Optice L. III. qu. 17. 18.) erzählt keine eignen Versuche, giebt aber das Gesetz der ungewöhnlichen Brechung auf folgende Art an. Wenn Taf. XII. Fig. 92. C der größte körperliche Winkel an der brechenden Fläche ABCD ist, so fälle man auf die gegenüberstehende Fläche EFGH das Loth CK, welches mit CF einen Winkel von 19° 3′ macht, ziehe KF, und nehme L so, daß KCL =

°40′, LCF = 12°23′ wird. Fällt nun irgend ein Lichtstral T bey T auf, und wird nach dem regelmäßigen Verhält- nisse 5 : 3 nach V gebrochen, so nehme man VX mit KL parallel und gleich, und TX ist der unregelmäßig gebrochne Stral.

Huygens Beobachtungen über die Brechung durch mehrere Stücke Doppelspath leiten **Newton** auf die Muthmaßung, daß die verschiedenen Seiten eines Lichtstrals verschiedene eigenthümliche Eigenschaften haben. Denn, sagt er, wäre das, was den Unterschied zwischen gewöhnlicher und ungewöhnlicher Brechung macht, dem Lichte nicht eigenthümlich (congenitum), und erhielte es diese Modification erst durch die Brechung, so müßte man doch bey den nachfolgenden Brechungen allezeit neue Modificationen wahrnehmen. Es erhellet aber auch, daß es nicht zweyerley Gattungen Stralen giebt, deren eine allezeit der gewöhnlichen, die andere allezeit der ungewöhnlichen Brechung folgt, weil man den huygenianischen Versuch so abändern kan, daß die Brechungen umwechseln. Haben also nicht die Stralen verschiedene Seiten, wovon zwo entgegengesetzte machen, daß der Stral ungewöhnlich gebrochen wird, wenn sie in die Lage der Linien KL, VX kommen; da hingegen die andern Seiten immer nur die gewöhnliche Brechung veranlassen? Man ist noch viel zu wenig mit dem Wesen des Lichts bekannt, als daß sich hierüber etwas entscheiden ließe; und es bleibt nichts übrig zu sagen, als daß wir von der Ursache der ungewöhnlichen Brechung noch gar nichts wissen.

Huygens hatte schon bemerkt, daß sich eine solche doppelte Brechung auch im **Bergkrystalle** zeige. **Beccaria** (Philos. Trans. Vol. LII. p. 489.) bestätiget dies noch mehr, behauptet es auch vom brasilianischen Kiesel, und zeigt sich geneigt, die Ursache dieser Erscheinungen, ja sogar aller Brechung und Zurückwerfung in der Elektricität zu suchen.

Martin (Essay on Island Crystal) bemerkte, wie Priestley anführt, an Prismen von Doppelspath nicht blos eine doppelte, sondern eine vielfache, oft sechsfache Bre-

chung. Durch Zusammenstellung zweyer Prismen konnte er dieselbe noch mehr vervielfältigen; zwey Prismen, jedes von 6facher Brechung, gaben zusammengestellt 36 gefärbte Sonnenbilder. Er fand auch, daß bey diesen Brechungen das Licht in Farben zerstreut ward, wenn gleich die beyden brechenden Flächen mit einander parallel waren. Die schönsten Erscheinungen zeigten sich, wenn er den Stral im verfinsterten Zimmer durch isländische Krystalle oder daraus geschliffene Prismen gehen ließ, wobey sich die Sonnenbilder sehr vervielfältigten, so daß eine Verbindung eines Parallelepipedums mit einem Prisma 72 theils gefärbte, theils ungefärbte Bilder gab. Er gesteht, daß er dies alles nicht zu erklären wisse, glaubt aber, daß es von irgend einer besondern Modification des Lichts durch die Structur des Doppelspaths herrühre, in welchem er auch sehr viele feine Spalten bemerkt hat, die auf der Ebne des Hauptschnitts senkrecht liegen.

Der Abbé **Rochon** (Recueil de mémoires sur la mechanique et la physique, à Paris, 1783. 8.) hat Prismen von isländischem Krystall zu Mikrometern an Fernröhren (*lunettes à prisme*) vorgeschlagen, und will dabey gefunden haben, daß man einen künstlichen Doppelstein erhält, wenn man Scheibchen Glas von verschiedner Brechbarkeit auf einander legt, und solche durchs Feuer mit einander verbindet oder zusammenschmelzet.

Neuerlich hat Herr **Silberschlag** (Ueber den isländischen Krystall oder Doppelspath, in den Beob. und Entd. aus der Naturkunde, von der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin, VIII. B. oder nun II. B. 2. St. 1787.) die Erscheinungen des Doppelspaths zu erklären gesucht. Er bemerkt, daß die rhomboidalische Figur allen kleinen Theilen dieses Spaths zukomme, und daß der Zusammenhang dieser Theile nach der Richtung durch die Diagonale von einem spitzigen Winkel zum andern am stärksten sey. Die Linie durch die verdoppelten Punkte laufe allemal mit der Diagonale aus den stumpfen Ecken parallel. (Nach Huygens sehr genauen Bestimmungen und Newtons Gesetze thut sie das nicht; der Hauptschnitt ist auch keine Diago-

nalfläche, wie Taf. XII. Fig. 91. deutlich zeigt). Herrn S. Erklärung kömmt darauf hinaus, daß aus einem Punkte, auf den man einen rhomboidalischen durchsichtigen Körper setzt, einige Stralen auf der Oberfläche, andere an der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verschiedenen Brechnung beyde ins Auge gelangen können. Daraus erklären sich nun zwar einige Erscheinungen, die Hr. S. anführt; allein die huygenianischen Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücken und die von **Martin**, welche hier unberührt bleiben, enthalten wohl etwas mehr, als sich aus den gewöhnlichen Gründen der Dioptrik allein begreiflich machen läßt.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 398. u. f.

Krystallisation, Krystallisirung, Crystallisatio, *Crystallisation.* Ein natürliches oder künstliches Verfahren, wodurch gewisse Substanzen aus dem flüßigen Zustande in den festen so gebracht werden, daß sie durch die Vereinigung ihrer Theile Massen von regelmäßiger Gestalt bilden, s. **Krystallen.** Einige Chymiker, z. B. **de Morveau, Maret** und **Durande** (Anfangsgr. der theoret. u. prakt. Chym. Th. I. S. 38.), haben sogar allen Uebergängen der Körper aus dem flüßigen Zustande in den festen den Namen der Krystallisationen beylegen wollen. Man nennt aber diese lieber Erhärtung, Gestehung oder Gerinnung. Endlich belegt man mit den Namen der **Krystallisationen** bisweilen auch die Producte dieser Operation oder die Krystallen selbst.

Die Theile fester Körper zeigen ein Bestreben sich zu vereinigen, welches in den einfachen Theilen vorzüglich stark ist, von der Gestalt der Theile abhängt, und an den größten Seitenflächen dieser Theile, die sich mit den meisten Punkten berühren können, am stärksten zu seyn scheint. Wenn also Theile eines Körpers durch eine dazwischen gekommene Flüßigkeit getrennt sind, und ihnen diese Flüßigkeit nach und nach entzogen wird, so werden sie sich regelmäßig bilden, wofern sie Zeit und Freyheit haben, sich mit den geschicktesten Flächen zu berühren, und es werden

daraus Massen von einer beständigen und immer gleichen Gestalt entstehen. Geschieht aber der Uebergang allzu schnell, so vereinigen sie sich ohne Unterschied mit Flächen, welche der Zufall zusammenbringt, und bilden zwar feste Massen, aber ohne regelmäßige Gestalt. Dies ist die gewöhnliche Erklärung der Krystallisation, die sich auch durch die Phänomene selbst bestätiget.

Das Gefrieren des Wassers ist eine wahre Krystallisation. Im Wasser sind die Theile durch die Dazwischenkunft des freyen Wärmestoffs getrennt. Beym langsamen Gefrieren vereinigen sie sich zu langen Nadeln, die sich unter Winkeln von 60° und 120° an einander legen, und Blättchen oder Flocken bilden, s. **Eis**, **Schnee**.

Auch die Metalle, der Schwefel, das Glas rc. nehmen, wenn sie nach der Schmelzung langsam genug erkalten, gewisse regelmäßige Gestalten an. Den Stern des Spießglaskönigs hat man lange Zeit mit Verwunderung betrachtet; man fand aber endlich solche krystallinische Bildungen bey allen Metallen, die man geschmolzen äußerst erhitzet, und auf das langsamste wieder erkalten läßt (s. **Bergmann**, phys. Beschr. der Erdkugel Th. II. S. 279.).

Eben dies geschieht bey Substanzen, deren Theile durch Wasser von einander getrennt sind, wenn dieses Wasser langsam abdünstet. So erklärt **Macquer** die natürliche Krystallisation der Edelsteine, des Bergkrystalls, der Spathe, Tropfsteine u. s. w. ja sogar der Kiese und metallischen Substanzen. Die meisten Chymisten erfordern zwar zur Krystallisation eine vorgängige wahre Auflösung, welche bey vielen der eben genannten Substanzen im Wasser nicht statt findet. **Bergmann** aber (a. a. O.) glaubt, es könne Krystallisation ohne Auflösung erfolgen, weil auch mancher Rauch sich krystallisire.

Bey den Edelsteinen soll nach **Achard** (*Rozier* Journ. de phys. Ianv. 1778. p. 12. und Bestimmung der Bestandtheile einiger Edelsteine, Berlin, 1779. 8.) die fixe Luft zur Auflösung der in ihnen befindlichen Kalk- und Thonerde beygetragen haben. Es ist ihm gelungen, durch langsames Durchsickern eines mit Luftsäure imprägnirten Was-

ers, worinn alkalische Erden aufgelöset waren, durch Erde, binnen zehn Wochen künstliche Edelsteine zu erhalten, so wie Bergmann aus der Auflösung der Kieselerde in Flußspathsäure Bergkrystalle erhielt. Einige französischen Chymikern (Iournal de phys. 1780.) hat zwar Herrn Achard's Versuch nicht glücken wollen; allein de Morveau hat neuerlich (Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus d. Phys. IV. B. 2 St. S. 176.) in einer Flasche mit imprägnirtem Wasser, worinn 9 Stücke Bergkrystall und etwas Eisen lagen, nach neun Monaten das Eisen angegriffen und einen Krystall erzeugt gefunden. Bey Kalk- und Gypsspathen ist die Auflösung ein Werk der Luftsäure und Vitriolsäure. Die Krystallisation der Kiese und Metalle aber scheint wohl eher auf dem trocknen Wege geschehen zu seyn. Man sieht hieraus auch, daß der Schluß von Krystallen auf die nothwendige Gegenwart von Salzen, den man sonst für allgemein richtig hielt, in vielen Fällen Einschränkungen leide.

Unter allen Substanzen aber sind die **Salze** am meisten zur Krystallisation geneigt, und zeigen alle Phänomene derselben am deutlichsten. Da das Wasser weit flüchtiger ist, als die Salze, so kan es von ihnen sehr bequem durchs **Abdampfen** geschieden werden. Hiebey bilden die zurückbleibenden Salze Krystallen, oder **schießen in Krystallen an**. Ihre besondere Verwandschaft mit dem Wasser aber macht, daß sie selbst in diesem festen Zustande noch einen ziemlichen Antheil Wasser in sich behalten, der mit ihnen ein Ganzes ausmacht, und ihr **Krystallisationswasser** (aqua crystallisationis) genannt wird. Dieses Wasser ist zwar nicht zu dem Wesen der Salze selbst, aber doch zu dem Wesen der Salzkrystallen erforderlich. Denn, wenn man es durch einen verstärkten Grad der Hitze davon treibt, so verlieren die Krystallen ihre Durchsichtigkeit und Festigkeit, und zerfallen in ein zerreibliches Salz, welches aber sonst alle wesentliche Eigenschaften unverändert beybehält. Alaun, Glaubersalz, Sodasalz, Eisenvitriol, Sedativsalz enthalten an Krystallisationswasser ohngefähr die Helfte ihres Gewichts, Salpeter und Kochsalz nur sehr

wenig; und die Seleniten einen kaum merklichen Antheil.

Ein zweytes Mittel, das Wasser von den Salzen, die es aufgelößt hält, zu trennen, ist das **Abkühlen.** Manche Salze lösen sich im warmen Wasser weit leichter, und häufiger; als im kalten, auf. Enthält nun das Wasser bey der Siedhitze von einem solchen Salze mehr, als es in der Kälte aufgelößt halten kan, so schießt das überflüßige Salz beym Abkühlen an. Bey einem plötzlichen Erkalten werden die Krystallen klein, unregelmäßig und übel gebildet; durch langsames Abkühlen hingegen erhält man sie in der größten und unregelmäßigsten Form. Hiebey geschieht die Krystallisation nicht durch Entziehung des Wassers, sondern durch Entziehung der Wärme; die Krystallen behalten aber auch in diesem Falle das nöthige Krystallisationswasser bey sich.

Der Salpeter läßt sich am besten durchs Abkühlen krystallisiren. Man raucht die Auflösung nur so weit ab, daß sie die Siedhitze annimmt, und läßt sie dann langsam abkühlen. Wenn das Erkalten aufhört, so gießt man die übrige Salzlauge, die noch viel Salpeter enthält, von den Krystallen ab, raucht sie wiederum bis zur Sättigung in der Siedhitze ab, und läßt sie dann aufs neue erkalten u. s. f. Das Kochsalz hingegen, welches vom heißen Wasser nicht in viel größerer Menge, als vom kalten, aufgelöset wird, erfordert die Krystallisation durchs bloße Abrauchen. Hiebey geschieht die Bildung der Krystalle blos auf der Oberfläche, wo die Abdampfung vor sich geht; sie bilden ein Häutchen, das nach und nach zu Boden fällt, und einem neuen Platz macht u. s. w., woraus freylich kleinere Krystallen entstehen. Man kan sie dennoch groß und regelmäßig genug erhalten, wenn man das Abrauchen mit mäßiger Langsamkeit fortsetzt.

Jede Art Salz hat eigenthümlich gestaltete Krystallen. Das Kochsalz giebt zum Theil Würfel, zum Theil vierseitige hohle Pyramiden, die wie Mühlentrichter auf der Spitze stehen. Nach **Macquer** entstehen die Pyramiden aus zusammengefügten Würfeln, nach **Bergmann** aber

phyſ. Beſchr. der Erdkugel, Th. II. S. 273. ff.) beſtehen
lle prismatiſche Salzkryſtallen aus Trichtern, die ſich mit
en Spitzen um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt anſe-
en, und deren ſechs z. B. einen Würfel bilden.

Der größte Nutzen einer guten Kryſtalliſirung der Salze
eſteht darinn, daß man ſie ſehr rein erhält, wenn man
e durch dieſe gelaſſene Operation in ihrer eigenthümlichen
Geſtalt anſchießen läßt. So kan man z. B. Salpeter und
Kochſalz, die in einer Auflöſung vermiſcht ſind, durch
bwechſelndes Abrauchen und Abkühlen von einander ſchei-
en.

Einige Salze haben eine ſo große Verwandſchaft mit
em Waſſer, daß ſie ſich äußerſt ſchwer kryſtalliſiren; nur
is zur dicken Conſiſtenz abgeraucht, ſchießen ſie durchs
Erkalten in kreuzweis über einander liegenden Nadeln an.
Wenn man ſie an die Luft legt, ſo ziehen ſie die Feuchtigkeit
us derſelben an ſich, und zerfließen. Dergleichen ſind das
Kalkſalz, der Kalkſalpeter, der Kupferſalpeter und Eiſen-
alpeter, die Blättererde u. a. m.

Noch eine dritte Art, Salze zu kryſtalliſiren, iſt dieſe,
aß man durch Zuſätze einer neuen Subſtanz, die mit dem
Waſſer in ſtarker Verwandſchaft ſteht, z. B. des Wein-
eiſts, den Salzen das zu ihrer Auflöſung nöthige Waſſer
ntzieht. So kan man die Auflöſungen von Glauberſalz,
itriolisirtem Weinſtein und Kochſalz durch zugegoßnen
Weingeiſt ſogleich zum Anſchießen bringen. Aber die
löͤtzliche Entſtehung macht dieſe Kryſtallen klein und unre-
elmäßig. Etwas ähnliches geſchieht, wenn die zugeſetzte
Subſtanz die Salze verändert, und ihre Auflöslichkeit im
Waſſer vermindert. So werden z. B. die ätzenden Laugen-
alze aus dem Waſſer durch Zuſatz einer Säure in Form
on kleinen Kryſtallen niedergeſchlagen, und die fixe Luft
der Luftſäure bringt eben dieſe Wirkung hervor.

Die Geſtalten der in der Natur vorkommenden Kry-
ſtalliſationen hat **Romé Delisle** (Eſſai de cryſtallogra-
phie, à Paris, 1772. 8. Verſuch einer Cryſtallographie
urch Romé Delisle, aus d. Franz. mit Anm. u. Zuſ. von
C. E. Weigel, Greifsw. 1777. 4.) ſehr vollſtändig ge-

sammelt und geometrisch betrachtet. Ueber die Entstehung dieser Formen giebt der Abbé Hauy (Essai d'une theorie sur la structure des crystaux, par M. l'Abbé *Haüy*, de l'acad. roy. des Sc. à Paris, 1783. 8.) einige sehr sinnreiche Muthmaßungen an. Schon die ersten Grundtheile fügen sich in der bestimmten eigenthümlichen Gestalt zusammen, welche beym Anwachs immer beybehalten wird. Oft aber geschieht der Anwachs in der Folge nach andern Gesetzen; die Grundgestalt dient alsdann zum Kern, an dessen Flächen sich neue Schichten ansetzen, und Gestalten der zweyten Art bilden. Bey nicht sehr harten Krystallen sondern sich die Schichten nach diesen Flächen leicht ab; bey harten zeigen die Streifen doch die Richtungen, nach welchen die neuen Ansätze geschehen sind. Es finden hiebey schöne Anwendungen der Geometrie statt. So beweißt z. B. Hauy aus der Beobachtung, daß die abgelößten Schichten des isländischen Krystalls gleichförmig gegen die Grund- und Seitenflächen geneigt sind, daß sich die Seite dieses Spaths zur Diagonale durch die spitzigen Winkel, wie $\sqrt{5}$ zu $\sqrt{12}$ verhalte, woraus der größere Winkel = $101^\circ 32' 13''$ folgt. Eben dieser Winkel findet sich in dem in 12 Fünfecke eingeschloßnen Kalkspathe u. s. w. Wenn man annimmt, daß die Schichten immer um zwo Reihen Grundtheile abnehmen, so giebt dies um einen einzigen primitiven Kern 1019 mögliche Krystallisationsgestalten, unter welchen jedoch nur etwa 30 in der Natur wirklich gefunden werden.

Die Krystallen gehören zu denjenigen geometrischen Körpern, welche man mit Herrn Kästner (Geom. neuste Ausg. Gött. 1786. S. 410.) nach bekannten Gesetzen unordentliche nennen kan. Dieser vortrefliche Mathematiker hat die Theorie derselben, selbst mit Rücksicht auf des Hauy Anwendungen in einigen Abhandlungen (De corporibus polyedris data lege irregularibus, Comment. Soc. Gott. To. VI. ad ann. 1783. 1784. und ebend. De sectionibus solidorum, crystallorum structuram illustrantibus) ausgearbeit.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Hrn. Leonhardi Zus. Art. Krystallisirung.

Lichtenberg Magazin für das Neuste zur Phys. und Naturg. II. Th. 4. St. S. 21.

Krystallinse, s. Auge.

Küssen der Elektrisirmaschine, s. Reibzeug.

Kugeln zur Elektrisirmaschine, s. Elektrisirmaschine.

Kugelspiegel, s. Spiegel, Hohlspiegel.

Kupfer, Cuprum, Aes cyprium, *Cuivre*. Ein im Feuer nicht beständiges, sehr dehnbares Metall von einer glänzend rothen Farbe. Es ist härter, elastischer und klingender, als das Silber, und hat eine beträchtliche Zähigkeit. Ein Kupferdrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser trägt, ohne zu reißen, ein Gewicht von $299\frac{1}{4}$ Pfund.

Die gewöhnliche specifische Schwere des Kupfers ist 8,726 bis 8,843; die des japanischen ohngefähr 9,000; des schwedischen nach **Bergmann** (Anm. zu Scheffers chym. Vorles. §. 286.) bis 9,324, wenn die Schwere des Wassers = 1 gesetzt wird.

Es ist sehr strengflüßig, und erfordert zur völligen Schmelzung einen Grad der Hitze, bey dem es zum Weißglühen kommen kan, nach **Bergmann** den 1450sten der Fahrenheitischen Scale. Bey dem Zutritte der Luft giebt es im Feuer einen Rauch, der sich an vorgehaltnes Eisenblech, als **Kupferblumen**, anlegt. Wenn es glühet, wird die Oberfläche rauh und schuppicht; diese Schuppen geben, abgeschlagen, den **Kupferhammerschlag**, eine schon zum Theil verkalkte metallische Substanz.

Die vereinigte Wirkung der Luft und des Wassers verändert die Oberfläche des Kupfers, und überzieht sie mit einem grünen Roste, dem **Grünspan** oder **Kupferrost**.

Alle Säuren lösen das Kupfer auf, und die Auflösungen erhalten eine grüne oder blaue Farbe. Aus der Auflösung in Vitriolsäure, die ohne Unterstützung durch Hitze schwer von statten geht, erhält man ein Mittelsalz in schö-

nen blauen Krystallen, den **blauen oder Kupfervitriol.** Die Salpetersäure löset das Kupfer sehr schnell auf, und giebt den schwer zu krystallisirenden und höchst zerfließbaren **Kupfersalpeter,** der die Flamme des Weingeists schön grün färbt. Die Auflösung in concentrirter Salzsäure ist dunkelgelb, wird aber grün, wenn man sie mit Wasser verdünnt, daher sie zu einer sympathetischen Dinte dienen kan, sie giebt das **Kupferkochsalz** in grünen Krystallen, welche die Feuchtigkeit leicht an sich ziehen. Auch die Pflanzensäuren verbinden sich leicht mit dem Kupfer. Die Weinsäure giebt damit das **Spangrün,** die Essigsäure die **Kupferkrystallen,** oder den sogenannten **destillirten Grünspan,** aus welchem man durch die Destillation eine äußerst concentrirte Essigsäure, den **Kupferspiritus** oder **radicalen Essig** erhält. Die Säuren scheiden sich von diesen Auflösungen durch die bloße Wirkung der Wärme: außerdem aber auch durch Kalkerden und Laugensalze, welche das Kupfer als ein schönes grünes Pulver niederschlagen. Das Eisen hingegen schlägt aus den Kupferauflösungen das Kupfer in seiner eigentlichen metallischen Gestalt nieder, s. **Cementwasser.** Das Kupfer selbst thut eben dieses in Rücksicht des in Säuren aufgelößten Silbers und Quecksilbers.

Das Kupfer verbindet sich ohne Unterschied mit allen salzigen und metallischen Materien. Darum hat es auch von den alten Chymisten den Namen **Venus** (meretrix metallorum) erhalten. Man gebraucht es häufig zu vielen Compositionen, zum **Legiren,** zum **Messing, Glockenspeise, Tomback, Similor, Bronze, Weißkupfer** u. dgl.

Auch die Laugensalze lösen es leicht auf. Das flüchtige Alkali nimmt davon eine schöne blaue Farbe an, die in verstopften Flaschen vergeht, an der Luft aber bald wieder zum Vorschein kömmt. Man kan diese Abwechselungen vielemale nach einander hervorbringen, wenn man die Auflösung über den Kupferspänen stehen läßt. **Bergmann** (De attract. elect. §. 32. und Anm. zu Scheffers Vorles. §. 140.) hat dieses Phänomen sehr glücklich daraus erklärt,

daß das Alkali mit dem metallischen Kupfer mehr Verwandschaft hat, als mit dem dephlogistisirten blauen Kalke. Diese schöne blaue Farbe giebt ein vortrefliches Mittel, die Gegenwart des Kupfers in verschiedenen Mischungen durch das flüchtige Alkali zu entdecken. Die blauen Krystallen, welche man aus dieser Auflösung erhält, werden an der Luft, wo das flüchtige Alkali davongeht, grün, heißen **flüchtiges Kupfersalz**, und sind alsdann dem natürlichen **Malachit** ähnlich.

Der Schwefel ist sehr wirksam gegen das Kupfer, bringt es leichter zum Schmelzen, und versetzt es in einen erzartigen kiesichten Zustand. Durch Verbrennung des Schwefels verbindet sich die Vitriolsäure desselben mit dem Kupfer und bildet Kupfervitriol.

Das Kupfer wird oft, doch aber weniger als Silber, gediegen in Gestalt von Bäumchen und Zweigen gefunden. Häufiger kömmt es in Gestalt grüner und blauer Erden oder Steine vor, wohin das **Bergblau**, **Berggrün**, die **Atlaserze** und der **Malachit** gehören. In den wahren Kupfererzen ist es entweder durch Schwefel allein, wie im **grauen Kupfererze** oder **Kupferglase**, oder durch geschwefeltes Eisen mit Arsenik, wie in den **Kupferkiesen**, **Fahlkupfererze**, **Kupferlasur** rc. mineralisirt. Diese Kupfererze fallen in Ansehung ihrer Farben sehr verschieden aus, haben aber gewöhnlich ein güldisches, ziemlich glänzendes Ansehen, woran man sie sehr leicht erkennet, zeigen auch Regenbogenfarben und grünlichgraue Flecke. Sie halten mehrentheils auch Eisen oder eisenschüssige Erde; das **Weißerz**, welches seine weiße Farbe vom Arsenik hat, und das Fahlerz enthalten gewöhnlich viel Silber, und werden nach Befinden mit zu den Silbererzen gerechnet.

Das Kupfer wird zu mancherley Bereitungen, Werkzeugen, Beschlägen und Gefäßen im gemeinen Leben genützt. Sein Gebrauch zu Küchengeschirren ist, wenn nicht die höchste Reinlichkeit gebraucht, und alles Laugenartige und Scharfe entfernt wird, allerdings gefährlich (Man s. **Gmelin** von Mineralgiften, Nürnb. 1779. 8. S. 61. u f.), und die Verzierung der Gefäße substituirt nichts besseres, wenn

nicht das Bley dabey vermieden wird. Zu Compositionen wird das Kupfer, wie schon angeführt ist, sehr häufig gebraucht. Aus Bley, Kupfer und Spießglas wird das Metall der Schriftgießer, aus Kupfer, Nickel, Kobalt, und Zink der **Packfong** der Chineser, aus Kupfer und Zinn die Masse der Metallspiegel zu Teleskopen bereitet. Aus dem mannheimer Golde, einer Vermischung von vier Theilen Kupfer und einem Theile Zink macht man Schwüre, Borten und Bronzirpulver zu unächten Vergoldungen von großer Schönheit. Man kan die große Verschiedenheit der Farben und überhaupt den Glanz der aus solchen Kupfercompositionen vorzüglich in Deutschland bereiteten Kunstprodukte nicht ohne Bewunderung sehen.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Kupfer, Kupfererzc.

Kurzsichtig, s. Auge.

L.

Ladung, elektrische, s. Flasche, geladne.

Länge, der Gestirne, Longitudo astrorum, *Longitude des astres*. (Taf. XII. Fig. 93.) Der Bogen der Ekliptik, ♈L, welcher zwischen dem Anfangspunkte der Ekliptik ♈, und dem Breitenkreise pSL eines Gestirns S enthalten ist, heißt dieses Gestirns **Länge**. Es werden die Grade der Ekliptik vom Frühlingspunkte ♈ aus von Abend gegen Morgen oder nach der Folge der Zeichen in einem fort gezählt, daher ein Gestirn nahe an 360° Länge haben kan.

Insgemein aber bedient man sich, um die Länge eines Gestirns anzugeben, der Eintheilung der Ekliptik in Zeichen jedes zu 30° gerechnet, so daß z. B. eine Länge von 250° durch $8^z\ 10°$, oder weil am Ende des achten Zeichens der Schütz ♐ anfängt, s. Ekliptik, durch 10° ♐ ausgedrückt wird.

Wenn die Länge eines Sterns ♈L nebst seiner Breite LS, s. Breite, bekannt ist, so wird dadurch die Stelle, die

er am Himmel einnimmt, bestimmt, und von allen übrigen Stellen unterschieden; denn es giebt weiter keine, der eben diese Länge und Breite zugleich zukäme. Daher ist es für die Sternkunde wichtig, die Längen der Gestirne genau zu kennen.

Die Länge der **Sonne** ♈☉ oder ihr Ort in der Ekliptik wird, wenn man ihre Abweichung ☉D durch Beobachtung gefunden hat, leicht berechnet. Es ist alsdann im rechtwinklichten Kugeldreyecke ♈☉D, der Winkel ♈ oder die Schiefe der Ekliptik $= 23° 28' 8''$, und die Seite ☉D bekannt. Daraus findet sich ♈☉ durch die Formel

$$\text{sin. Länge} = \frac{\text{sin. Abweich.}}{\text{sin. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo es zweydeutig bleibt, ob die Länge über oder unter 90° betrage, und südliche oder negative Abweichungen Längen über 180° anzeigen, die über oder unter 270° betragen können, daher man aus andern Umständen wissen muß, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne stehe.

Auch aus der Rectascension der Sonne ♈D, s. **Aufsteigung, gerade,** findet man ihre Länge durch die Formel

$$\text{tang. Länge} = \frac{\text{tang. Rectasc.}}{\text{cos. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo die Länge stets in einerley Quadranten mit der Rectascension fällt.

Endlich findet man auch in den astronomischen Kalendern, z. B. in des Herrn **Bode** Jahrbüchern, den Ort der Sonne in der Ekliptik für den Mittag jeden Tages angegeben.

Die Länge der **Sterne** ward von den Alten vermittelst der Zodiakalarmillen durch unmittelbare Beobachtung gesucht. Weil es aber sehr schwer war, diese Ringe beständig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten, deren Lage sich am Himmel jeden Augenblick ändert, so fiel man bald darauf, durch Aequatorialarmillen der Sterne Rectascension und Abweichung zu beobachten, und aus diesen die Längen zu berechnen. Heut zu Tage, da auch weit bessere

Methoden zu Beobachtung der Rectascension und weit leichtere Arten der Berechnung bekannt sind, werden alle Längen aus den beobachteten Rectascensionen und Abweichungen berechnet.

Auf diese Art sind die Längen der meisten Fixsterne gefunden, und in die Verzeichnisse eingetragen worden, von welchen der Artikel: **Fixsternverzeichnisse** handelt. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen nimmt die Länge eines jeden Fixsterns jährlich ohngefähr um 50″ zu, s. **Vorrücken der Nachtgleichen**. Bey den Planeten unterscheidet man ihre heliocentrische Länge von der geocentrischen, s. die Worte: **Geocentrisch, Heliocentrisch.**

Länge, geographische der Orte, Longitudo locorum geographica, *Longitude des lieux de la terre.* Derjenige Bogen des Erdäquators AD (Taf. XII. Fig. 94.), welcher zwischen dem Anfange des Aequators A, und dem Mittagskreise PLp des Orts L enthalten ist, wird dieses Orts **geographische Länge** genannt. Dieser Bogen wird durch Grade, Minuten ꝛc. des Aequators ausgedrückt, welche von A aus immer fort gegen Morgen zu gezählt werden, daher die Länge eines Orts gegen 360° betragen kann.

Da auf dem Erdäquator jeder Punkt mit gleichem Rechte den Anfangspunkt vorstellen kan, so ist die an sich willkührliche Wahl des Punkts A sehr verschieden ausgefallen. Das gewöhnlichste ist, diesen Punkt so zu legen, daß die Länge der pariser königlichen Sternwarte genau = 20° wird. Wenn also B den Ort dieser Sternwarte, PBCp ihren Meridian vorstellet, und CA = 20° abendwärts genommen wird, so giebt die Figur diese gewöhnliche Lage des Anfangspunkts A an. Der durch A selbst gehende Meridian PAp heißt alsdann der **erste Mittagskreis**. Von ihm handelt ein besonderer Artikel, auf welchen ich wegen der verschiedenen angenommenen Lagen des Punkts A verweise.

Die Längen dienen nebst den Breiten (s. **Breite, geographische**) zu Bestimmung t

auf der Erdfläche und ihrer Lagen gegen einander, wor-
af sich die ganze Geographie und die Verzeichnung der
andkarten gründet. Es läßt sich aber die Länge der Orte
icht so leicht, als ihre Breite, finden, und obgleich bey
ehrern Nationen die größten Mathematiker, Sternkundi-
e und Seefahrer mit unermüdetem Fleiße an Verbesserung
er Methoden zu Erfindung der Längen gearbeitet haben,
sind wir dennoch bey dieser wichtigen Aufgabe noch immer
hr weit zurück.

Die Schwierigkeiten rühren nicht, wie man etwa den-
en könnte, von der Unbestimmtheit des Anfangspunkts
her. Es ist sehr gleichgültig, wohin man denselben se-
en will. Das ganze Problem kömmt nicht sowohl darauf
n, daß man die absolute Länge AD des Orts L bestimmt;
s beruht vielmehr darauf, daß man im Stande sey, den
Unterschied der Längen jeder zween Orte B und L, oder
en Bogen CD des Aequators zu finden, welcher zwischen
en Mittagskreisen dieser Orte PBCp und PLDp enthal-
en ist, und der **Unterschied der Mittagskreise in Graden** (differentia meridianorum in gradibus) genannt
vird. Kan man dies, so wird man auch für jede Lage des
rsten Meridians die absoluten Längen der Orte bestimmen
önnen.

Da die Sonne täglich mit gleichförmiger Bewegung
inen dem Aequator parallelen Tagkreis beschreibt, und hie-
bey die Mittagskreise der morgenwärts liegenden Orte eher
erreicht, als die der abendwärts gelegnen, so kömmt sie
auch in den Meridian PLDp früher, als in den westlichern
PBCp; und zwar um desto früher, je weiter beyde Meri-
diane aus einander liegen, oder je größer der gesuchte Bo-
gen CD ist. In den Meridian PQp kömmt sie 12 Stun-
den früher, als in PAp, und hiebey ist der Unterschied der
Meridiane selbst der Halbkreis ACDQ = 180°; ein
Zeitunterschied von 1 Stunde giebt daher in Graden einen
Unterschied von 15°, ein Zeitunterschied von 1 Min. giebt
15′; von 1 Sec. 15″ u. s. w. Wäre z. B. die Sonne um
40 Minuten Zeit eher in PLDp als in PBCp gewesen, so
würde der gesuchte Bogen CD = 40 × 15′ = 10° seyn.

Auf diese Art giebt die Zeit, um welche der Mittag eines Orts früher, als der eines andern einfällt, den Unterschied der Meridiane in Graden, und heißt daher der **Unterschied der Mittagskreise in Zeit** (differentia meridianorum in tempore).

Um wie viel aber der Mittag eines Orts früher einfällt, als der Mittag des andern, um eben soviel wird auch jede Stunde und überhaupt jede Zeitangabe am ersten Orte früher, als am andern, eintreten, weil jeder Ort seine Zeit von seinem Mittage zu zählen anfängt: um eben soviel müssen also auch die Zeitangaben beyder Orte in jedem Augenblicke von einander abweichen. Wenn z. B. in einem und eben demselben Augenblicke die wahre Zeit zu Leipzig 3 Uhr 50 Min., zu Paris 3 Uhr 10 Min. ist, so kan dieser Unterschied von 40 Min. von nichts anderm herrühren, als davon, daß Leipzig um 40 Min. früher zu zählen angefangen, oder 40 Min. eher Mittag gehabt hat, als Paris. Demnach würde für diese Orte der Zeitunterschied 40 Min. und der Bogen CD = 10° seyn.

Es erhellet hieraus, daß das ganze Problem von der Erfindung der Länge sich auf die Frage bringen lasse: **Man kennt die Zeit eines Orts; man fragt, welche Zeit es in demselben Augenblicke an einem andern Orte ist?** Der Unterschied beyder Zeiten in Grade verwandelt (1 Min. für 15′ oder 4 Min. für einen Grad gerechnet), giebt den Unterschied der Längen beyder Orte. Diese Frage scheint sehr einfach; aber die große Schwierigkeit liegt in der Ausfindung eines Merkmals, woran sich **gleichzeitige Augenblicke** an entlegnen Orten der Erde erkennen lassen.

Signale durch Bomben, Raketen, Pulverentzündungen, Blendungen eines angezündeten Feuers u. dgl. dienen nur auf dem festen Lande, und für nahe Orte, die freye Aussichten haben. So ist in der Gegend von London der Unterschied der Längen der Sternwarte zu Greenwich und einiger andern Orte durch solche Mittel aufs genauste bestimmt worden. Zur See aber und in großen Entfernungen, wie es **Whiston** und **Ditton** um das Jahr 1714

vorschlugen, sind diese Mittel völlig unbrauchbar; man muß vielmehr am Himmel solche Zeichen aufsuchen, die an sehr verschiedenen und entfernten Orten der Erdfläche in gleichen Augenblicken sichtbar sind.

Unter die hiezu brauchbaren Himmelsbegebenheiten gehören vorzüglich Anfang und Ende der Mondfinsternisse, Ein- und Austritte der Mondflecken in und aus dem Erdschatten, Ein- und Austritte der Jupitersmonden in den Schatten ihres Hauptplaneten. Diese Erscheinungen an zween Orten der Erde nach wahrer Zeit beobachtet, geben, sobald sie verglichen werden, den Zeitunterschied der Meridiane. Folgendes Beyspiel hiezu ist aus Heinsius (Progr. de longitudine Lipsiae, 1755. 4.) genommen. Bey der Mondfinsterniß den 8. Aug. 1748. beobachteten den Eintritt des Mondflecken Tycho in den Schatten

	Uhr		
Heinsius zu Leipz.	11	16′	32″
Bouguer zu Paris	10	36	28
Unterschied		40	4

Heinsius nimmt als ein Mittel aus mehrern Beobachtungen 40 Min. 3 Sec. an. Dies giebt den Unterschied in Graden (4 Min. auf 1° gerechnet) = 10° 0′ 45″; also die Länge von Leipzig (wenn die von Paris = 20° gesetzt wird) 30° 0′ 45″.

Auch Sonnenfinsternisse, Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde, Bedeckungen der Fixsterne von Planeten und Durchgänge der Venus und des Merkurs vor der Sonnenscheibe können hiezu dienen. Diese Begebenheiten sind zwar nicht jedem Orte in demselben Augenblicke sichtbar; sie können aber durch Rechnung auf diejenigen Zeiten gebracht werden, in welchen man sie vom Mittelpunkte der Erde aus in Zeit eines jeden Orts beobachtet haben würde.

Alle diese Mittel aber sind verschiedenen Beschwerden und Ungewißheiten unterworfen, welche man zum Theil bey dem Worte: Finsternisse angeführt findet. Auf dem festen Lande, wo man die Beobachtungen Jahre lang fort-

setzen und die bequemen Zeitpunkte dazu abwarten kan, lassen sich zwar alle erwähnte Erscheinungen nützen, um den Unterschied der Länge des Beobachtungsorts von andern nach und nach mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. Allein, wie weit man auch hierinn noch zurück sey, lehren die Verzeichnisse, in welche man die gefundenen Längen mehrerer Orte der Erde eingetragen hat. Das vollständigste liefert die Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Berlin, 1776. III. B. 8) im ersten Bande, S. 43 u. f. so, daß die Länge von Paris = 20° gesetzt wird. Die Angaben der Länge von Leipzig sind zwischen 29° 44′ 22″ und 30° 3′ 15″, daß man also hiebey noch fast um 19′ im Bogen, oder um 1 Min. 16 Sec. Zeit ungewiß ist. Auf Mayers kritischer Karte von Deutschland ist die Länge von Leipzig sogar 30° 13′ angenommen.

Noch weit größere Schwierigkeiten hat die Erfindung der **Länge zur See, Meereslänge** (Longitudo maris s. maritima, *Longitude en mer*), eine der wichtigsten und berühmtesten Aufgaben, auf deren Auflösung in Spanien, Holland, Frankreich und England beträchtliche Preise gesetzt worden sind. In England wurden durch eine Parlamentsacte vom Jahre 1714 auf die Bestimmung der Meereslänge bis auf einen Grad 10000, bis auf $\frac{2}{3}$ Grad 15000 und bis auf $\frac{1}{2}$ Grad 20000 Pfund Sterling gesetzt, und zur Beurtheilung der eingereichten Vorschläge und Hülfsmittel beständige Commissarien ernannt. Dies hat so viele Bemühungen um diese Aufgabe veranlasset, daß es ihr fast, wie der Quadratur des Kreises, ergangen ist.

Mond- und Sonnenfinsternisse, Bedeckungen der Fixsterne und Durchgänge durch die Sonnenscheibe ereignen sich viel zu selten, als daß der Schiffer bey dem täglichen Bedürfnisse, die Länge seines Orts zu wissen, daraus einen bedeutenden Vortheil ziehen könnte. Die Verfinsterungen der Jupitersmonden kommen zwar öfter vor; allein sie setzen entweder eine gleichzeitige Beobachtung an einem andern Orte, oder sehr richtige Tafeln voraus, aus welchen die Zeit ihrer Erscheinung für

genau berechnet werden kan, als ob sie daselbst wirklich beobachtet worden wäre. Die **Wargentinischen** Tafeln aber lassen für die drey letzten Monden immer noch eine Ungewißheit von einer Zeitminute übrig; auch ist Jupiter jährlich fast zween Monate lang unter den Sonnenstralen verborgen; und endlich macht das beständige Schwanken der Schiffe Beobachtungen durch Fernröhre von einiger Größe fast unmöglich. Der von **Irwin** im Jahre 1760 deswegen angegebne Schwungstuhl ward von **Maskelyne** auf seiner Reise nach Barbados unbrauchbar befunden, und eben so gieng es im Jahre 1766 einer vom Abbé **Rochon** angegebenen Vorrichtung, durch welche man im Stande seyn sollte, den Jupiter sogleich wieder in das Gesichtsfeld des Fernrohrs zu bringen, wenn ihn das Schwanken daraus verrückt hätte.

Halley schlug zu Anfang dieses Jahrhunderts die Abweichung der Magnetnadel als ein Mittel vor, die Meereslänge zu bestimmen. Man kan über seine Bemühungen um diesen Gegenstand, zugleich aber auch über die Ungewißheit, in welcher sich die Theorie desselben noch bis jetzt befindet, den Artikel: **Abweichung der Magnetnadel** nachsehen.

Bey dieser Schwierigkeit astronomischer Beobachtungen zur See und der Unzulänglichkeit anderer Methoden hat man einen Gedanken erneuert, den schon **Gemma Frisius** um das Jahr 1530 geäußert hatte, die Länge durch **Uhren** oder **Zeitmesser** zu bestimmen. Wenn man z. B. eine völlig gleichförmig gehende Uhr nach londner mittlerer Zeit stellt, und mit sich nimmt, so wird sie aller Orten londner mittlere Zeit zeigen, aus der man die londner wahre Zeit ohne Mühe haben kan, s. **Gleichung der Zeit**; es wird demnach zur See nichts weiter, als eine leichte astronomische Beobachtung z. B. von Sonnenhöhen, Sonnenaufgang, Sternhöhen u. dgl. erfordert, daraus die wahre Zeit des Orts gefunden werden kan; der Unterschied der Zeiten giebt alsdann den Unterschied der Längen. Dies war freylich bey der ehemaligen Unvollkommenheit der Uhren nicht auszuführen, und selbst **Huygens** Versuche mit

den ersten Pendeluhren im Jahre 1669 erfüllten auf der See die Erwartungen nicht; allein die Uhrmacherkunst stieg bald so hoch, daß man schon vom Jahre 1726 an hoffen durfte, dem Zwecke durch Seeuhren von sehr gleichförmigem Gange näher zu kommen.

Heinrich Sully, ein gebohrner Engländer, der sich in Frankreich aufhielt, verfertigte um diese Zeit die erste Seeuhr, starb aber zu Bourdeaux, ohne sie prüfen und verbessern zu können. Ihm folgte John Harrison, ein englischer Zimmermann, der im Jahre 1736 eine Seeuhr zu Stande brachte, die er einen Zeithalter (Time Keeper) benannte. Diese ward auf einer Reise nach Lissabon geprüft, und der Capitain Roger Wills gab ihr ein sehr vortheilhaftes Zeugniß. Man unterstützte hierauf den Künstler, und gab ihm im Jahr 1749 die Ceyleysche Medaille, welche jährlich zur Belohnung der nützlichsten Erfindung vertheilt wird. Seit dieser Zeit fuhr er unermüdet fort, an Verbesserung seiner Uhren zu arbeiten, und am 18 Nov. 1761. trat sein Sohn William Harrison mit einer neuen Seeuhr eine Reise nach Jamaica an. Diese Reise dauerte 81 Tage; man fand die Abweichung der Uhr im Hinweg nur 5 Sec., im Rückweg 1 Min. 54 Sec., welches im Bogen nicht mehr als 29′ 45″, also noch nicht ½ Grad Fehler giebt. Harrison machte daher auf den ganzen Preis Anspruch; allein die Commission verwilligte ihm nur 2500 Pfund, und setzte das übrige auf eine zweyte Probe aus. Diese erfolgte 1764 auf einer Reise nach Barbados, wobey die Uhr binnen 6 Wochen um 54 Sec. oder nur 13′ 30″ im Bogen abwich. Das Parlament gab ihm nunmehr 10000 Pfund, und verlangte richtige und eidlich bestärkte Zeichnungen und Beschreibungen von dem Bau und Mechanismus des Zeithalters, die er zwar überreichte, zugleich aber wegen eines entstandnen Verdachts drey Zeithalter zur Prüfung auf die Sternwarte zu Greenwich liefern mußte. Maskelyne (An account of the going of Mr. Harrison's watch at the royal Observatory from May 6. 1766. to March 4. 1767 London, 1767. gr. 4.), fand nun den Gang eben dessen, der die Reise nach Barbados gethan

hatte, so ungleich, daß sich Harrison mit der erhaltenen Helfte des Preises begnügen mußte.

Die englischen Uhrmacher **Arnold** und **Kendal** verfertigten 1772 Seeuhren, letzterer nach Harrisons Art, Ersterer nach einer andern noch einfachern Einrichtung. **Cook** nahm drey von Arnold und eine von Kendal mit auf seine Reise gegen den Südpol, und die Astronomen **Wales** und **Bailly** (The original astronomical observations made in the course of a voyage towards the South-pole, and round the world, in the years 1772—1775.) urtheilten, daß man damit die Länge bis auf $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{8}$ Grad bestimmen könne.

In Frankreich wurden Seeuhren von **Berthoud** und **Le Roi** verfertiget, und unter der Aufsicht der Herren **Pingré** und **de Borda** auf einer Seereise geprüft. Ihr Irrthum soll in 6 Wochen nicht über einen halben Grad betragen haben, und die le Roische Uhr erhielt den Preiß, den die königliche Akademie der Wissenschaften im Jahre 1773 auf diesen Gegenstand gesetzt hatte. **Berthoud** (Traité sur les horloges marines, Paris, 1773. gr. 4.) hat die Einrichtung solcher Uhren sehr umständlich und lehrreich beschrieben.

Neuerlich haben die englischen Künstler, vorzüglich durch Aufmunterung und Unterstützung des chursächsischen Gesandten am londner Hofe, Herrn Grafens **von Brühl**, **Taschenchronometer** oder **tragbare Zeithalter** von ganz ungemeiner Vollkommenheit zu verfertigen angefangen. Es kömmt hiebey auf Vermeidung des Einflusses der Temperatur in die Spiralfeder, und auf Bewirkung eines vollkommnen Isochronismus ihrer Schwingungen an. **Thomas Mudge** hatte hierüber schon seit zwanzig Jahren gearbeitet, und theilte dem Herrn Grafen ein Modell eines freyen Stoßwerks (*Echappement libre*) mit, nach welchem derselbe durch **Josiah Emery** ein Taschenchronometer verfertigen ließ, und dessen Gang äußerst sorgfältig prüfte. Einen von **Mudge** selbst verfertigten Zeithalter nahm der Admiral **Campbell** 1784 mit nach Newfoundland. Er gab nach einer Ueberfahrt von 4 Wochen die Länge von St.

John bis auf 6 Sec., und nach einer ziemlich stürmischen Rückreise wiederum bis auf 9 Sec. an (Three registres of a pocket-chronometer and the observations, from which they were collected by *Count de Brühl* etc. London, 1785. 4.). Diese Genauigkeit übersteigt alles, was man sonst zu hoffen wagte, und verspricht ungemein viel für die Schiffahrt und Verbesserung der geographischen Ortsbestimmungen.

Inzwischen bleibt auch die beste Uhr mancherley Zufällen ausgesetzt, und nie wird man gern Leben und Wohl der Seefahrer ganz allein einer Maschine anvertrauen, bey welcher der geringste unbemerkt eingeschlichene Fehler mit der Zeit einen sich anhäufenden großen Irrthum veranlassen kan. Zudem sind auch die vollkommnen Seeuhren noch nicht so gemein; und man muß daher die astronomischen Beobachtungen noch immer als das allgemeinste und brauchbarste Mittel zur Bestimmung der Meereslänge ansehen.

Da die Verfinsterungen, Bedeckungen u. dgl. so selten und schwer zu beobachten sind, so hatte schon **Johann Werner**, ein Nürnberger, in seinen 1519 herausgekommenen Anmerkungen über das erste Buch von Ptolemäus Geographie vorgeschlagen, sich der Distanzen des Monds von der Sonne oder von bekannten Fixsternen zu Erfindung der Längen zu bedienen. Solche Distanzen kan man in den meisten Nächten messen, sie sind wegen der schnellen Bewegung des Monds, welche stündlich fast $\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, sehr veränderlich, und so läßt sich aus ihnen, wenn man den Mondlauf genau kennt, ein Maaß der Zeit hernehmen. Eben diese Vorschläge wurden von **Apianus** (Cosmographicus liber, Ingolst. 1624. fol.), **Kepler, Morin** und Andern wiederholt; allein es fehlte damals noch zu sehr an genauen Kenntnissen des Mondlaufs und der Stellen der Fixsterne. Erst durch **Flamsteads** und **Halley's** Beobachtungen auf der Sternwarte zu Greenwich, und durch **Newton's** Mondstheorie ward der Grund zu wichtigen Verbesserungen dieser noch fehlenden Stücke gelegt, und als noch **Hadley** im Jahre 1731 durch die vortrefliche Erfindung des Spie-

geloctanten die astronomischen Winkel- oder Distanzenmessungen zur See so sehr erleichtert hatte, so fehlte es zu wirklicher Ausübung dieser Methode nur noch an richtigen Mondstafeln. Diese lieferte endlich im Jahre 1755 (und verbessert 1760) der große und unermüdete göttingische Astronom **Tobias Mayer**. Man fand, daß sie den Ort des Monds oft auf wenige Secunden, allemal aber auf 1′ richtig angaben, und das englische Parlament erkannte daher der mayerischen Wittwe eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling zu.

Aus so genauen Tafeln läßt sich finden, wie weit der Mond aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, zu jeder londner Zeit, von den bekanntesten Sternen abstehe. Wird nun zur See ein solcher Abstand durch den Hadleyischen Octanten gemessen, und vermittelst der zugleich gemessenen Höhen des Monds und Sterns auf den Mittelpunkt der Erde reducirt, so giebt dessen Vergleichung mit den Tafeln die londner Zeit, aus deren Zusammenhaltung mit der Zeit auf dem Schiffe der Unterschied der Längen bekannt wird. **Maskelyne** (The british Mariner's Guide, London, 1763. 4.), der diese Methode auf einer Reise nach St. Helena geprüft hat, empfiehlt sie aufs dringendste, und hat seit 1767 in dem jährlichen Nautical Almanac die Mondsabstände von der Sonne und 7 — 8 Fixsternen für den greenwicher Meridian von 3 zu 3 Stunden nach Mayers Tafeln im Voraus berechnet, mitgetheilt, auch hat die Commission schon 1766 dafür gesorgt, die dabey nöthigen Reductionen und Rechnungen durch Hülfstabellen zum Gebrauch der gemeinen Seeleute zu erleichtern, und in eine Art von Routinrechnung zu verwandeln.

Leadbetter, Pingré und Bouguer haben die Mondshöhen zu ähnlichem Gebrauche vorgeschlagen; allein Theorie und Erfahrung geben der Distanzenmethode einstimmig den Vorzug.

Brisson Dict. raif. de Physique art. *Longitude.*

Bode Erläut. der Sternkunde, Zweyter Theil §. 688. u. f.

v. Zach über die geographische Ortsbestimmung in Canzlers

und Meißners Quartalschrift für ält. Litt. u. neuere Lectüre, Dritten Jahrgangs, 5tes u. 7tes Heft.

Lampe, elektrische, Brennluftlampe, *Lampe électrique, Lampe à air inflammable*. Eine Vorrichtung, mit deren Hülfe man einen Strom von brennbarer Luft durch einen elektrischen Funken entzünden, und dadurch sehr leicht und sicher, ohne irgend ein anderes Feuerzeug, ein Licht anbrennen kan. Da die Physik durch jede Anwendung zum Gebrauche des häuslichen Lebens eine Empfehlung mehr erlangt, so sind Erfindungen dieser Art nicht eben als bloße Spielwerke zu betrachten.

Die Entdeckung, daß sich die brennbare Luft durch den elektrischen Funken entzünden lasse, gab Herrn **Fürstenberger**, einem geschickten Kenner der Physik zu Basel, zu der ersten Erfindung einer elektrischen Lampe Gelegenheit. Es besteht dieselbe, Taf. XIII. Fig. 95. aus zween gläsernen Gefäßen, wovon das untere A der brennbaren Luft zum Behältnisse dient, das obere B aber mit Wasser gefüllt wird. Am untern Gefäße ist bey C ein messingener Ring angeküttet. Die Hälse beyder Gefäße sind mit messingnen Kappen D und H versehen, welche durch die Röhre E mit einander in Gemeinschaft stehen. Durch diese Röhre geht der Hahn R, der, wenn er geöfnet wird, das Wasser aus B durch eine enge Glasröhre f in das untere Gefäß A auslaufen läßt. An die Kappe D ist der Seitencanal g g mit dem Hahne S angelöthet. So wie sich nun das Wasser aus B in A durch f ergießt, so wird die in A befindliche brennbare Luft durch g g herausgetrieben. Der Canal g g endigt sich oben in die messingene Röhre K, welche eine enge Mündung hat. Eben diesen Canal umgiebt der hölzerne Teller II, auf welchem zwo hölzerne Säulen L L stehen, die sich um ihre Axe drehen lassen. Auf der einen Säule liegt eine messingene Hülse m, auf der andern eine gläserne n. Durch jede dieser Hülsen lassen sich messingne Stäbchen o o schieben, deren innere Enden stumpf, die äußern aber in Häckchen umgebogen sind, um Dräthe oder Ketten anzuhängen. An dem Stäbchen, welches durch

n geht, hängt die Kette s herab, die man mit dem Hacken an den Canal gg anhängen kan. Die Kappe D ist durch en aufgeleimten Stanniolstreif v mit dem Ringe C verunden. Wenn nun das ganze Instrument unisolirt auf em Tische oder Boden steht, so ist das Stäbchen m o nit dem Erdboden verbunden, und es entsteht ein Funken wischen beyden Stäbchen, wenn man n o durch einen Drath oder eine Kette mit dem Conduktor einer Maschine, nit dem aufgehobnen Deckel eines geriebnen Elektrophors ı. s. w. verbindet, oder auch durch irgend ein anderes Mittel inen Funken auf das angehangne Kügelchen q schlagen läßt.

Um nun diese Lampe zu gebrauchen, stellt man die Stäbchen o o so, daß ihre Enden etwa $1\frac{1}{2}$ Lin. weit aus einnder stehen, und daß der zwischen ihnen entstehende Funen nahe über der Mündung der Röhre K hingehen muß. Man füllt alsdann das obere Gefäß mit Wasser, das unere mit brennbarer Luft, setzt beyde mit verschloßnen Hähen gehörig an einander, und öfnet zuerst den Hahn R, amit durch die enge Oefnung f etwas Wasser auslaufen an, wodurch die brennbare Luft ein wenig zusammengerückt wird. Alsdann öfnet man auch den Hahn S, damit iese Luft durch die Mündung der Röhre K ausströme. Unnittelbar darauf läßt man zwischen beyden Stäbchen m o ind n o einen elektrischen Funken entstehen, welcher den Strom der brennbaren Luft und durch diesen einen daran gealtnen Wachsstock entzündet. Soll die Flamme auslöchen, so wird zuerst der Hahn S, und dann auch R, wieerum verschlossen.

Die leichteste Art, den elektrischen Funken zu erregen, st diese, daß man die an n o hängende Kette mit dem Dekel eines geriebnen Elektrophors verbindet. Berührt man lsdann diesen Deckel, und zieht ihn auf, so wird in eben em Augenblicke der Funken zwischen m o und n o entiehen.

So ist diese Erfindung des Herrn **Fürstenberger von Ehrmann** (Description et usage de quelques lampes à ir inflammable, à Strasbourg, 1780. Beschreibung und Gebrauch einiger elektrischen Lampen, a. d. Frz. Strasburg,

1780. 8.) beschrieben worden. **Brander** in Augsburg verfertigte um eben diese Zeit elektrische Lampen, bey welchen die Röhre zwischen beyden Gefäßen durch einen auf das untere gesteckten Korkstöpsel hindurch gieng. Diese sind noch früher, als die Fürstenbergerischen von **Weber** (Beschreibung des Luftelektrophors, Augsburg, 1778. 8.) bekannt gemacht worden. Brander verbesserte sie in der Folge, indem er dem obern Gefäße eine Oefnung gab, um den Ausfluß des Wassers durch den Druck der Luft zu befördern, den Seitencanal aber nicht an dem Zwischenrohre, sondern am untern Behälter selbst anbrachte, wovon man die Beschreibung beym **Ehrmann** (§. 9. und Fig. 2.) findet.

Die schicklichste Einrichtung aber ist diesem Werkzeuge von Herrn **de Gabriel** in Strasburg gegeben worden. Sie ist dem Heronsbrunnen ähnlich, und wird Taf. XIII. Fig. 96. und 97. vorgestellt. A, B sind die Gefäße mit den messingenen Kappen K, L, welche in die Büchse des Hahns R luftdicht eingeschraubt werden können. In diesem Hahne sind zwey Löcher g, h, Fig. 97., parallel und auf die Axe senkrecht gebohrt. Diese zwey Löcher passen auf zwo Röhren i und m, wovon die erste an den obern Theil der Hahnenbüchse angeschraubt und mit dem Aufsatzrohre l. Fig. 96. versehen ist, die andere aber von dem untern Theile der Büchse bis nahe an den Boden des untern Gefäßes herabgeht. Dieses Gefäß hat einen messingenen Fuß C, in dessen Mitte sich eine Oefnung N befindet, welche, wenn die brennbare Luft dadurch in das Gefäß gebracht worden ist, mit einer Lappenschraube luftdicht verschlossen werden kan. Die Vorrichtung zu Erregung des elektrischen Funkens ist, wie bey der vorigen Lampe, und steht auf der messingenen Scheibe OO, welche in einen auf B angebrachten Reif schließt. Eine der beyden Säulen hat einen gläsernen Schaft v. Der an dem Ende ihres Stäbchens befindliche Knopf w kömmt entweder unmittelbar oder durch eine Kette mit dem elektrisirten Conductor der Maschine, dem Deckel des Elektrophors oder dergl. in Verbindung. Die andere Säule, die nicht isolirt ist, lei-

et die Elektricität an die Metallscheibe OO, welche durch ine Kette mit dem Fußboden verbunden werden kan.

D. Ingenhouß (Beschreibung einer Brennluftlampe, n s. Vermischten Schriften, übers. und herausg. von Moitor, Wien, 1784. gr. 8. I. Th. S. 213. u. f.) hat an die er Lampe noch verschiedene Verbesserungen angebracht. Zu eichterer Einfüllung der Brennluft giebt er dem Boden des ntern Gefäßes eine trichterförmige Gestalt. Den elektrichen Funken zu leiten, dient eine von zwoen isolirenden Stützen N, O, Taf. XIII. Fig. 98. gehaltene metallische Stange G, welche den Funken auf die Spitze des metallichen Hakens H überführt. So fähret er durch die aus D aufeigende Säule der brennbaren Luft, setzet sie in Feuer und ntzündet den Dacht der Wachskerze I. Der Haken H t mit dem Erdboden durch das Gefäß selbst, nemlich urch die metallnen Röhren, das Wasser, und den mesngnen Boden des untern Gefäßes verbunden. Das Loch Q dient, um das obere Gefäß mit Wasser zu füllen. Endch ist an den Hahn selbst eine Scheibe angebracht, um eren Peripherie eine daran befestigte seidne Schnur herumeht, deren Ende L an eine messingene Kette gebunden ist. Diese Kette wird über eine an der Stange G befestigte Rolle K gezogen, und ihr anderes wieder herabgehendes Ende trägt den Deckel des Elektrophors. Auf diese Art ebt sich beym Umdrehen des Hahns durch das Anziehen er Schnur und Kette der Deckel von selbst auf, und der Funken entsteht sogleich, wenn der Hahn aufgedrehet ist. Hiebey hat man also, um sogleich und zu jeder Zeit Licht u haben, nur eine Hand nöthig; d. i. man hat nichts zu hun, als den Deckel, oder auch nur die Kette, zu berühen, und dem Hahne die Wendung zu geben. Diese Vernstaltung, die das ganze Werkzeug höchst einfach macht, st eine Erfindung des Herrn Pickel in Würzburg. Den Hahn M, Fig. 98., hat D. Ingenhouß hinzugesetzt. Er wird verschlossen, wenn man die Lampe nicht braucht, damit sich die im Rohre befindliche Brennluft nicht in die Atmosphäre zerstreue, und beym Gebrauche selbst gleich das rste, was aus der Mündung ausströmt, brennbare Luft sey.

Herr **Ehrmann** (§. 11. und Fig. 4.) beschreibt noch eine von ihm und seinem jüngern Bruder ausgedachte Einrichtung dieser Lampe. Dabey wird das mit Brennluft gefüllte Gefäß in ein anderes Gefäß mit Wasser gestellt. Wenn man den Hahn öfnet, so dringt das Wasser durch eine im Boden des erstern Gefäßes befindliche Klappe ein, und treibt die brennbare Luft durch das Aufsatzrohr hinaus. **Langenbucher** (Beschreibung einer beträchtlich verbesserten Elektrisirmaschine, Augsb. 1780. 8. S. 221. u. f.) hat diesen Lampen ebenfalls noch einige Abänderungen gegeben, und **Donndorf** (Lehre von der Elektricität. Erfurt, 1784. gr. 8. II. B. S. 867.) beschreibt eine der langenbucherischen ähnliche, die er von Hrn. Prof. **Stegmann** aus Cassel bekommen hatte, und deren Einrichtung sehr einfach ist.

Beym Gebrauche dieser Lampen muß man mit äußerster Vorsicht verhüten, daß sich mit der im untern Gefäße eingeschloßnen Brennluft keine gemeine Luft vermische, weil dadurch eine Knall-Luft entstehen würde, welche beym Anzünden Feuer fangen und das Gefäß mit den unglücklichsten Folgen zerschmettern könnte. Man muß daher dieses Werkzeug nie durch Unerfahrne oder wenig unterrichtete Leute behandeln lassen, auch die Mündung des Aufsatzrohrs jederzeit sehr eng machen. D. **Ingenhouß** glaubt inzwischen, daß die von ihm beschriebne Lampe einem solchen Unglücke wenig oder gar nicht unterworfen sey, weil die Flamme erstickt werden würde, ehe sie den langen Weg von der engen Oefnung durch die ganze Röhre hindurch bis in das untere Behältniß zurücklegen könnte. Die Versuche haben ihn gelehrt, daß man eine Knall-Luft dieser Art unter solchen Umständen durch den elektrischen Funken niemals zur Explosion bringen könne.

Er erinnert noch, daß es nöthig sey, das Wasser in dem obern Gefäße allezeit in einer gewissen Höhe zu erhalten, damit dessen Fall durch die Röhre in das untere Behältniß Gewalt genug habe, um die brennbare Luft in die Höhe zu treiben, und durch die Röhre herauszustoßen.

Ehrmann Beschreibung und Gebrauch einiger elektrischer ampen, a. d. Frz. mit einer Kupfertafel. Straßburg, 1780. 8. Joh. Ingenhouß vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, übers. und herausg. v. Molitor, Wien, 1784. r. 8. Erster Band S. 213 u. f.

Lampen, Lampades, *Lampes*. Etwas von der heorie der Lampen und Kerzen findet man bey dem Wor: Flamme, wo besonders gezeigt wird, warum hiebey er Dacht nothwendig sey. Die Erzeugung einer recht hel- n und reinen Flamme hängt vornehmlich davon ab, daß as Oel an der Stelle, wo es brennen soll, so viel mög- ch, von allen Seiten her erhitzt und vollkommen zersetzt erde. Die gemeinen Dachte, welche massive Cylinder nd, leisten dies nicht vollkommen, weil sie der Luft, die ur Verbrennung nothwendig ist, zu wenig Oberfläche dar- ellen. Man hat daher schon längst bandförmige Dachte mpfohlen, deren Gestalt der Luft mehr Oberfläche aussetzt, ls die cylindrische. Alströmer (Versuche mit bandförmi- en Lampendachten, welche nicht rauchen, in den neuen chwed. Abhdl. für das Jahr 1784. Num. 22.) fand die- elben sehr vortheilhaft, besonders wenn sie fein waren und as rechte Maaß im Ausziehen beobachtet ward. Sie auchten gar nicht, weil der freye Zutritt der Luft die Hitze llenthalben so verstärkte, daß sie die brennbare Materie anz zu zersetzen im Stande war. Denn der Mangel an Hitze verursacht mehr Rauch; daher auch ausgeblasene Lam- en so stark dampfen. Die von Alströmer gebrauchten Dachte sind von Baumwolle, und geben außer der schönen leichförmigen Helle auch eine ungemeine Ersparung von Brennstoff.

Noch glücklicher aber war der Gedanke des Herrn Ar- gand aus Genf, zu den Lampen hohle cylindrische Dachte u gebrauchen, in deren innerer Höhlung beym Brennen in beständiger Luftzug unterhalten wird. Diese Lampen vurden um das Jahr 1783 bekannt, und ihr Erfinder er- ielt über die Verfertigung derselben in England ein aus- chließendes Privilegium auf 14 Jahre. Ihre wichtigsten Vorzüge sind: eine große Helligkeit, Abwesenheit von

allem Dampf, Ersparung von Oel und Leitung der schädlichen Luft nach der Decke des Zimmers. Man übersieht es bald, daß die Ursache aller dieser Vortheile in der durch den Zutritt der Luft unterhaltenen großen Hitze und gänzlichen Zersetzung der brennenden Materie liegt. Herr de **Lüc** hat seine Theorie der Verbrennung, (s. **Flamme**) durch diese Lampe so sinnreich erläutert, daß ich nicht umhin kan, noch etwas hievon mitzutheilen.

Nach Herrn **de Lüc** wird beym Verbrennen die dephlogistisirte Luft, welche hiebey immer geschäftig ist, entweder nur verändert oder völlig zersetzt. Im ersten Falle scheint sie die zu Erzeugung der brennbaren Luft nothwendige schwere Substanz aufzunehmen; dadurch entbindet sich das Feuer, ohne brennbare Luft zu bilden, und man findet anstatt der dephlogistisirten Luft, fixe. Im zweyten Falle aber, wenn die Hitze dazu stark genug ist, zersetzt sich die entwickelte brennbare Luft mit der dephlogistisirten völlig, und die Erzeugung des Feuers ist dann sehr groß. Wenn im brennenden Körper selbst eine große Hitze unterhalten wird, so ist dieselbe ein kräftiges Mittel zu Erzeugung neuer Wärme, weil dabey eine Zerstörung der dephlogistisirten Luft, statt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, vorgeht.

Die lebhafte Flamme ohne Rauch in der d'Argandischen Lampe scheint ein Zeichen von der gänzlichen Verwandlung des Oels in brennbare Luft und von der Zerstörung dieser Luft mit der dephlogistisirten im Luftkreise, zu geben. Stellt man das Auge gleich hoch mit dem kreisförmigen Dachte, so sieht man zwischen ihm und der Flamme einen völlig durchsichtigen Raum, durch den sich die Gegenstände weit besser, als durch eine Glasröhre, zeigen. Dieser Raum nemlich wird von der reinen brennbaren Luft eingenommen, die sich aus dem Dachte schnell erhebt, aber sobald sie die dephlogistisirte Luft in und außerhalb des Dachts antrifft, sich mit derselben zersetzt. Dies erzeugt die schöne Flamme, deren kreisförmiger Strom mit brennbarer Luft umkränzt ist. Beyde Luftarten verwandeln sich durch die Zersetzung in Wasser, welches man durch Auffa-

zung eines Helms mit einem Schnabel auffammeln kan, und dessen Menge weit mehr beträgt, als daß man es für das vorher im Oele enthaltene Wasser halten könnte.

Das Matte der gemeinen Lichter kömmt daher, weil bey ihnen die dephlogistisirte Luft nur in fixe verwandelt wird; denn hiedurch entsteht weniger Feuer, und die Erneuerung der Luft geschieht, weil die fixe Luft zu schwer ist, nicht schnell genug. Wenn aber reine brennbare Luft hervorgebracht wird, wenn durch ihre Zersetzung mit der dephlogistisirten ein heißer Wasserdunst an ihre Stelle tritt, so bringt die Entbindung desselben ein beständiges schnelles Aufsteigen der Luft, mit der er sich vermischt, hervor, und die Luft erneuert sich um die Flamme herum, nach Verhältniß dieser Geschwindigkeit. Der gläserne Rauchfang, den Hr. d'Argand über seinen Lampen anbringt, veranlaßt nicht nur einen Luftstrom um die Flamme herum, sondern beschleunigt auch denjenigen, der im Innern des hohen Dachts bewirkt wird.

Bey den gewöhnlichen Lampen und Lichtern macht auch die fixe Luft, die sich abwärts senkt, in stark erleuchteten Zimmern die Luft ungesund. Bey den d'Argandischen Lampen hingegen wird die schädliche Luft immer nach der Decke des Zimmers steigen und durch die obern Oefnungen entweichen, indeß frische Luft durch die untern Oefnungen eindringen kan. Durch gehörig vertheilte Oefnungen würde man sogar diese Wirkung noch mehr befördern können, und also durch die Ursache selbst, welche sonst die Luft verdirbt, gute Ventilatoren erhalten, daß also Hr. d'Argand, dieser Theorie zufolge, durch seine Lampen der Gesellschaft einen großen Dienst erwiesen hat.

de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, Th. I. S. 131. u. f.

Landkarten, Mappae geographicae, *Mappes geographiques*. Verzeichnungen der Erdfläche, oder einzelner Theile derselben auf ebnen Flächen. Die die ganze Erdflächen darstellen, heißen **Planisphäre, Planiglobien, Universalkarten,** (Planisphaeria, Planiglobia, *Planiglobes, Mappemondes*) die von einzelnen Theilen **Gene**-

ralkarten, Specialkarten, topographische Karten u. s. w.

Ist das vorzustellende Land ein sehr kleiner Theil der Kugelfläche, so wird es als eine Ebne ABCD (Taf. XIII. Fig. 99.) angesehen, welche zween Meridianbogen AC, BD und zween Parallelkreisbogen AB, CD begrenzen. Diese kleinen Bogen werden als gerade Linien vorgestellt, und schließen also die ganze Karte, als Seiten eines Vierecks, ein. Man theilt die Seiten AC und BD in Theile, welche für Minuten eines größten Kreises angenommen werden (in der Figur faßt jede Seite einen Grad von 51°—52° Breite), und giebt den Theilen von AB und CD die Größen, welche den Minuten der Parallelkreise unter den Breiten A und B zukommen, und durch die Formel

Grad d. Parallels = Grad des Merid. × cos. Breite

ausgedrückt werden, s. **Parallelkreise**. So würde hier jeder Theil von AB = 0,6293204; von CD = 0,6156615 eines Theils von AC seyn. Diese Theile werden, vom Mittel F und E aus zu beyden Seiten fortgetragen, die Minuten der Parallelkreise auf AB und CD angeben. In der Figur fällt das Mittel E auf die Länge 30°, und es sind wegen des allzugeringen Unterschieds die Theile auf CD eben so groß, als auf AB angenommen. Sind nun für zween Orte die geographischen Längen und Breiten bekannt, wie z. B.

	Länge	Breite
für Leipzig	30° 0′ 0	51° 19′ 41″
für Wittenberg	30 13 30	51 43 10,

so läßt sich für jeden die Länge auf AB und CD, die Breite auf AC und BD aufsuchen, und durch gerade Linien verbinden, deren Durchschnittspunkte L und W die Stellen der Orte selbst geben. Der Abstand der Orte LW kan alsdann nach Theilen der Seite AC gemessen werden, wo $\frac{1}{15}$ Grad oder vier Minuten eine **geographische Meile** geben. Ist der Abstand eines dritten Orts von beyden vorigen bekannt (z. B. ist Halle von Leipzig $4\frac{1}{2}$, von Wittenberg $7\frac{1}{2}$ geogr. Meile entfernt) so läßt sich aus den drey bekannten Seiten das Dreyeck LWH verzeichnen, und H die Stelle

es dritten Orts finden. Die Weltgegenden liegen hiebey o, daß oben Mitternacht, unten Mittag, zur Linken Abend, ur Rechten Morgen fällt. Man kan also die Stelle von H auch bestimmen, wenn man weiß, nach welcher Weltgegend, und wie weit es von L liege, oder nach welchen Weltgegenden es von L und W liege, u. s. w.

Diese Art der Verzeichnung ist bey größern Stücken er Erdfläche, wo die Kugelgestalt merklicher wird, nicht nehr anwendbar. Hiebey muß man die krumme Fläche ach den Gesetzen der Perspectiv auf die Ebne entwerfen. Da hiebey vielerley Stellungen des Auges und Lagen der Projectionstafel möglich sind, so geben die geographischen Schriftsteller, z. B. **Varenius** in der Geogr. Generali, ine große Anzahl verschiedener Projectionen an. Die beste unter allen wird diejenige seyn, welche die Gestalt der änder, die Entfernungen der Orte, und die Verhältnisse er Flächenräume am wenigsten ändert, auch das, was auf er Kugel in einem größten Kreise liegt, auf der Karte, soiel möglich, in gerade Linien oder doch in Kreisbogen ringt. Diese Bedingungen werden am besten durch die **stereographische Horizontalprojection** erfüllt, welhe zwar schon beym **Ptolemäus** unter dem Namen Astroabium, ingleichen beym **Varenius** (no. 8.) vorkömmt, ornehmlich aber von dem großen Verbesserer der Landkaren, **Joh. Matthias Hase**, Prof. zu Wittenberg, (Sciagraphia tractatus de projectionibus, Lips. 1717. 4.) empfohlen, und bey einigen größern Karten der homannischen Officin, auch von der kosmographischen Gesellschaft bey den Karten des sogenannten Gesellschaftsatlas gebraucht woren ist.

Man stellt sich dabey das Mittel des Landes, das man erzeichnen will, als den untersten Punkt der Erdkugel C, Taf. XIII. Fig. 100. vor, zieht dadurch einen Durchmesser CO, und setzt auf selbigen durch der Erde Mittelpunkt c inen größten Kreis AB senkrecht. Dieser ist die Tafel; as Auge steht in O, sieht in die Höhlung der Kugel, nd der Punkt G kömmt also auf der Karte in g zu stehen, wo die Gesichtslinie GO sich mit der Ebne der Ta-

fel schneidet. **Stereographisch** heißen alle Projectionen einer Kugel, wobey das Auge in der Oberfläche derselben steht, und weil hier der Kreis AB der wahre **Horizont** von C ist, s. **Horizont**, so ist daher der angeführte Name entstanden. Der Punkt C selbst wird in c vorgestellt, und wenn CG, des Orts G Abstand vom Mittel, in Graden des größten Kreises bekannt ist, so wird die gerade Linie

$$cg = Oc \times \text{tang.}\,O = Oc \times \text{tang.}\,\tfrac{1}{2}\,CG.$$

Aus diesem Satze fließen die Regeln der Verzeichnung, welche **Kästner** (Theoria projectionis stereogr. horiz. in Diss. mathem. et phys. Altenb. 1771. 4. no. XII. p. 80. Additament. in Comm. Nov. Soc. Gott. ad ann. 1769 et 1770. p. 138), **Lambert** (Beytr. zum Gebrauche der Math. III. Theil, S. 105.), und **Karsten** (Lehrbegriff der gesammt. Math. VII. Theil, Greifsw. 1775. S. 707 u. f.) umständlicher erklären. Den Namen der **stereographischen Projection** hat **Aguilonius** (Opticorum libri sex. Antverp. 1612.) zuerst eingeführt.

Abrisse von Ländern werden schon in der alten Geschichte des jüdischen Volks (Josua, Cap. 18. v. 4. 5.) erwähnt. Nach der Erzählung des **Diogenes Laertius** (L. II. c. 2.) und Plinius (H. N. VII. 56.) soll unter den Griechen zuerst **Anaximander** Zeichnungen der damals bekannten Länder gemacht haben. Mehrere, die sich damit beschäftigten, führen **Fabricius** (Biblioth. graeca, C. IV. c. 2. u. c. 14.) und **Cellarius** (Notit. orbis antiqui, p. 4 et 5.) an. Bey den Römern wurden den triumphirenden Feldherren Zeichnungen der eroberten Provinzen vorgetragen, und sowohl in Rom (*Varro* de re rust. c. 12.) als auch in den Provinzen (*Eumenii* orat. ad praef. Gall. in Panegyr. veter. c. 20.) befanden sich Vorstellungen von der Oberfläche der Erde. Eine Probe davon ist die **peutingerische Tafel**, welche zu Ende des vierten Jahrhunderts n. C. G. verfertigt, im 15ten Jahrhunderte von **Conrad Celtes** in einem Kloster gefunden, von dem Augspurgischen Patricier **Conrad Peutinger** erkauft, und von **Marcus Welser** (Venet. 1591. 4.) herausgegeben ward. Sie kam in der Folge in die Büchersammlung des Prinzen Eugen, und

nit dieser in die kaiserliche Bibliothek, aus welcher sie Herr von Scheyb (Tabula Peutingeriana itineraria etc. Vindob. 1753. fol.) herausgegeben hat. Sie ist jedoch mehr ein Verzeichniß von Namen und Distanzen der Orte (Itinerarium), als eine eigentliche Landkarte.

Zu des **Ptolemäus** Geographie verfertigte der Alexandriner **Agathodämon** 26 Karten, welche Europa in 10, Afrika in 4, Asien in 12 Blättern vorstellten. Dies macht eine Strecke aus, die von Osten nach Westen etwa doppelt so groß ist, als von Norden nach Süden, daher auch die Namen **Länge** und **Breite** kommen. Sie begreift in der Breite 84, in der Länge 124 Grad, die aber hier unrichtig bis auf 180° ausgedehnt werden. Gegen Norden geht der äußerste Parallel durch den 64sten Grad; die Zeichnung endigt sich mit einer kleinen Insel über Britannien, **Thule**, und der Beyschrift: Mare hyperboreum. Rußland und ein Theil von Polen fehlen gänzlich. Die westliche Küste von Afrika geht bis 6½ Grad nördlicher, aber die östliche bis 12½° südlicher Breite an das Vorgebirge **Prasium**. Asien endigt sich gegen Osten mit der Küste **Camboja**, welche unterhalb der Linie fortgeht, sich nach Westen wendet, und bey dem Vorgebirge Prasium mit Afrika zusammen hängt. Der am weitsten nach Süden und Osten bemerkte Ort ist **Cattigara**, welches mit dem heutigen Ponteamas in Indien übereinzukommen scheint.

Aus diesen alten Karten sind durch allmählige Verbesserungen die heutigen entstanden. **Sebastian Münster** (Cosmographia, Basil. 1550.), **Ortelius** (Theatrum orbis terrarum, Antverp. 1570. fol. maj.) und **Gerhard Mercator** zu Löwen legten hiezu den ersten Grund. Des Letztern Karten gab **Jodocus Hond** (Atlas *Gerh. Mercatoris*, Amst. 1604.) in 114 Tabellen heraus. **Wilhelm Jansson Blaeu** und dessen Sohn **Johann** lieferten in ihrem aus 6 Theilen bestehenden Atlas schon 616 Karten. Die Verbesserung der Karten ist in der ehemaligen hondischen Officin, welche nach und nach an die **Jansson Waesberge**, an Moses **Pitt** und **Swart**, und an Peter **Schenk** und

Gerard **Valk** kam, ununterbrochen fortgesetzt worden, so wie auch unter den holländischen Künstlern die **Visscher, Dankerts** und **de Witt** angeführt zu werden verdienen. Unter Ludwig dem XIV. verfertigte **Sanson** Landkarten, welche bey allen ihren Fehlern dennoch ihr Ansehen sehr lange behauptet haben. Durch die Bemühungen der Pariser Akademie und Londner Societät wurden **de l'Isle** in Frankreich und **Moll** in England in Stand gesetzt, die Landkarten nach astronomischen Beobachtungen und neuern Entdeckungen zu verbessern. Die meiste Mühe aber hat **Johann Baptista Homann** zu Nürnberg hierauf verwendet. Von ihm hatte **Cellarius** die Karten zur Notitia orbis antiqui stechen lassen, und **Hübner** nahm die zu seinem Schulatlas, welche zuerst methodisch illuminirt wurden, aus seiner Officin. Durch den guten Abgang derselben ermuntert, bediente er sich nun der Beyhülfe des Professors **Doppelmayr**, um seinen Karten auch durch astronomische Berichtigungen neue Vollkommenheit zu geben. Sein Sohn und dessen Erben haben diese Bemühungen unermüdet fortgesetzt, und sich dabey der Beyhülfe der geschicktesten Männer, z. B. **Hasens, Mayers** u. a. bedient. Die Mitglieder der kosmographischen Gesellschaft veranstalteten durch diese Officin einige vortrefliche Verbesserungen. Die homannischen Karten sind in dem großen Atlas gesammelt, dessen erster Band 150 Karten, der zweyte 125 Karten von Deutschland allein, und der Supplementband noch 77 Blätter enthält, wozu noch der astronomische Atlas von **Doppelmayr**, der topographische oder Städteatlas, der historische von **Hase**, und ein Specialatlas von Schlesien gehören. Der sogenannte Gesellschaftsatlas in 40 Karten ist von den Mitgliedern der kosmographischen Gesellschaft ganz nach der stereographischen Horizontalprojection entworfen, und der erste Meridian durch Ferro gelegt, da ihn sonst die homannischen Karten 20° westwärts von Paris setzen. Neuerlich sind theils von der Berliner, Petersburger und schwedischen Akademie, theils auch in andern Ländern so viele vortrefliche Landkarten zum Vorschein gekommen, daß es zu weitläuftig seyn würde,

ie Namen der Künstler zu nennen, unter welchen jedoch n England Kitchin, in Frankreich d'Anville, Vaugondy, Buache und Bellin besonders angeführt zu werden verdienen.

Eine Doppelmayrische Karte: Basis geographiae recentioris astronomica, enthält bloß diejenigen Orte, deren Längen und Breiten damals (um 1740) astronomisch bestimmt waren. Es sind deren nur 116, und die Welt erscheint darauf, wie eine Wüste. **Tobias Mayer** gab, um die Unvollkommenheit der Geographie deutlich zu machen, im Jahre 1750 eine Karte von Deutschland (Mappa critica Germaniae) heraus, welche zeigt, wie weit die **de l'islischen, homannischen** und **astronomischen** Angaben der Stellen und Grenzen Deutschlands von einander abweichen. Seitdem sind zwar weit mehrere astronomische Bestimmungen hinzugekommen; allein es fehlt noch immer sehr viel an derjenigen Vollständigkeit, welche für die genaue Berichtigung der Landkarten zu wünschen wäre.

Kästner, Anfangsgr. der mathem. Geographie, im II. Th. der mathem. Anfangsgr. Gött. 1781. S. 374 u. f.

Pfennigs Anleitung zur Kenntniß der mathem. Erdbeschreibung, Berlin und Stett. 1779. 8. S. 151. u. f.

Laterne, magische, s. Zauberlaterne.

Lava, s. Vulkane.

Laugenartige Luft, s. Gas, laugenartiges.

Laugensalze, Alkalien, Alkalische Salze, Alcalia, Salia alcalina, *Alkalis*, *Sels Alkalis*. Diesen Namen führt eine eigne Hauptgattung der Salze, deren allgemeine Kennzeichen diese sind, daß sie einen scharfen, brennenden, urinösen, aber nicht sauren Geschmack haben, aus den Säuren die darinn aufgelöseten Materien niederschlagen, den Veilchensyrup grün, die gelbe Tinctur der Curcumawurzel braun, das mit Fernambukdecoct roth gefärbte Papier violet, und die mit schwachem Essig geröthete Lakmustinktur wieder blau färben. Sie vereinigen sich mit den Säuren, und bilden mit denselben die sogenannten Neutralsalze; mit den Oelen und Fettigkeiten geben sie die

Seifen, mit dem Schwefel die Schwefelleber, und mit den Erden geschmolzen, geben die feuerbeständigen Glas.

Man theilt die Laugensalze in **feuerbeständige**, fixe (Alcalia fixa, *Alkalis fixes*) und ein **flüchtiges** (Alcali volatile, *Alkali volatil*) ein. Der feuerbeständigen sind zwey: 1) das **vegetabilische** oder **Gewächslaugensalz** (Alcali vegetabile, *Alkali fixe végétal*) und 2) das **mineralische** (Alcali minerale, *Alkali minéral, Alkali marin*). Das flüchtige findet sich besonders im Thierreiche.

Das **Gewächslaugensalz** wird aus der Asche einer großen Menge von Pflanzen durchs Auslaugen erhalten. Wenn es von allen fremdartigen Theilen wohl gereiniget ist, so zeigt es sich als eben dasselbe, aus was für Pflanzen es auch genommen seyn mag. Am reinsten erhält man es durch die Calcination des **Weinsteins** (der sich in den Fässern, worauf Wein gährt, mit der Zeit ansetzt) im offnen Feuer in der Gestalt eines weißen Salzes, das man durch Auslaugen, Filtriren und Abrauchen noch mehr reinigen kan. Das ist das **Weinsteinsalz** (Sal tartari, *Sel de tartre*), dessen Name auch überhaupt jedem reinen vegetabilischen Alkali beygelegt wird.

Das Gewächslaugensalz läßt sich in diesem Zustande nicht in Krystallen darstellen. Der Luft ausgesetzt zieht es die Feuchtigkeit aus derselben an sich, und zerfließt in ihr zu einem Liquor, den man sehr uneigentlich **Weinsteinoel** (oleum tartari per deliquium) nennt, da das fettige Gefühl, das er erregt, blos von dem aufgelösten Fette an der Haut herrührt. Besser heißt er **zerfloßnes Weinsteinsalz**. Er enthält dreymal mehr Wasser, als Salz. Das trockne Gewächslaugensalz schmelzt bey starkem Feuer, und ist dabey ein mächtiges Auflösungsmittel aller Erden, mit denen es sich verglaset.

Mit den mineralischen Säuren verbindet es sich sehr genau, und giebt mit der Vitriolsäure den **vitriolisirten Weinstein** (Tartarus vitriolatus), mit der Salpetersäure den **Salpeter**, und mit der Salzsäure das **Digestivsalz des Sylvius**. In Verbindung mit der Essigsäure macht es die **geblätterte Weinsteinerde** (terra foliata tartari)

und mit der Weinsteinsäure den **tartarisirten Weinstein** (tartarus tartarisatus) aus. So verbindet es sich auch mit andern Säuren der Neutralsalzen, welche vegetabilisches Flußspathsalz, Phosphorsalz u. s. f. genannt werden.

Dieses Alkali löset auch die Metalle auf, vorzüglich Gold, Platina, Zinn, Kupfer und Eisen, und besonders leicht, wenn sie vorher in Säuren aufgelößt sind, und man diese Auflösung langsam in eine alkalische Lauge tröpfelt. So erhält man aus der Auflösung des Eisens eine rothgelb gefärbte **Stahltinctur**. Auch die metallischen Kalke werden durchs Schmelzen von diesem Alkali aufgelöset, und mit ihm verglaset.

Ehedem glaubten fast alle Chymisten, das Gewächslaugensalz sey nicht in den Pflanzen selbst vorhanden, sondern entstehe erst ganz oder doch zum Theil durch ihre Verbrennung. Man hat aber diese Meynung völlig verwerfen müssen, nachdem **Marggraf** (Chymische Schriften, I. Th. Berl. 1767. S. 49.) und **Wiegleb** (Chymische Versuche über die alkalischen Salze, Berlin und Stettin 1774. 8.) bewiesen haben, daß man dieses Laugensalz aus dem Weinstein auch ohne Feuer ziehen, und aus den Pflanzen Neutralsalze mit alkalischen Grundtheilen erhalten könne.

Das gemeinste und zugleich unreinste Gewächslaugensalz wird aus der Heerdasche erhalten, welche man in dieser Absicht zum Salpetersieden und Glasbereiten braucht. Durch Verbrennung des Holzes und einiger Pflanzen in Gruben, wobey die Asche immer wieder mit frischem Holze vermengt und wieder ausgebrannt, dann aber ausgelaugt, und zur Trockne eingesotten, nochmals gebrannt wird, erhält man die **Pottasche**, ein starkes, aber mit vielem Brennbaren, Mittelsalzen, auch wohl Eisentheilen vermischtes Alkali. Reiner giebt es die Verbrennung der getrockneten Weinhefen, am allerreinstein die Verkalkung des Weinsteins, und am schnellsten die Verpuffung des Salpeters mit Kohlen oder Weinstein (*Alkali extemporané*).

Das fixe Mineralalkali ist dasjenige, welches dem **Kochsalze** oder **Seesalze** zur Basis dient. Da dieses

Salz weder zum Thier- noch zum Pflanzenreiche gehört, so setzt man es unter die Mineralien, und giebt deswegen seinem alkalischen Grundtheile den angeführten Namen. Man erhält dieses Laugensalz zwar auch aus einigen Pflanzen, die am Ufer des Meeres wachsen; allein es kömmt alsdann blos von dem Kochsalze her, das dieselben bey sich führen. Sonst findet man dieses Laugensalz schon in freyem Zustande, obgleich nicht ganz rein, in Ungarn, in Marschländern von thonichter Beschaffenheit, in Egypten auf dem Boden einiger von der Sonnenhitze ausgetrockneter Seen, in Syrien, Persien, Ostindien und China, auch bey uns an Wänden und Mauern und in einigen Mineralwässern; am häufigsten mit andern Stoffen vermischt im Kochsalze und andern Produkten des Mineralreichs. Man hält es für das **Natrum** der Alten.

Der Geschmack dieses Laugensalzes ist weniger brennend und scharf; es zieht die Feuchtigkeit weniger an sich, und läßt sich im gewöhnlichen Zustande durch Abrauchen und Abkühlen seiner Auflösung in Wasser krystallisiren. Diese Krystallen enthalten gegen ⅔ ihres Gewichts an Krystallisationswasser. Sie verlieren aber dasselbe an der Luft, und verwittern oder zerfallen in ein weißes Pulver; die noch nicht getrockneten aber zerfließen allerdings in feuchter Luft, zergehen auch in der Hitze in ihrem eignen Krystallenwasser. Wenn aber dieses verflogen ist, schmelzt das trockne Salz erst nach dem Glühen.

Mit der Vitriolsäure giebt es das **Glaubersalz** oder **glauberische Wundersalz** (Sal mirabile Glauberi), dessen Krystallen ebenfalls an der Luft zerfallen, mit der Salpetersäure den **würflichten Salpeter** (Nitrum cubicum), ein Neutralsalz, das sich zu Krystallen von sechs rhomboidalischen Flächen bildet, mit der Salzsäure das gemeine **Kochsalz**, mit der Weinsteinsäure das **Seignettesalz** (Sal polychrestum) mit dem Sedativsalze den **Borax**, mit den übrigen Säuren Neutralsalze, welche die Namen der **mineralischen** führen, z. B. mineralisches Essigsalz, Phosphorsalz u. s. w.

Wenn es durch Kalk recht ätzend gemacht ist, so giebt
es mit den Oelen sehr gute Seifen, welche aber weich blei-
ben, und die Consistenz derer, welche durch das Gewächs-
laugensalz bereitet sind, nicht erhalten.

Pott (Lithogeognosie, Berlin, 1757. 4.) hat das Mi-
neralalkali für kein wahres Laugensalz, sondern blos für
eine absorbirende Erde halten wollen. Die Gründe aber,
die er dafür anführt, beweisen nur, was Niemand läugnet,
daß es von dem Gewächslaugensalze völlig unterschieden
sey; daß es aber von den übrigen absorbirenden Erden eben
so sehr abweiche, gesteht Pott selbst. So läuft die Sache
am Ende auf einen Wortstreit hinaus.

Das einzige übliche Mittel, dieses Alkali in Menge
zu bereiten, ist die Verbrennung der Seepflanzen, welche
zu dem Geschlechte des **Kali** oder Salzkrautes gehören.
Ihre an diesem Alkali sehr reiche Asche ist im Handel unter
dem Namen der **Soda** bekannt, und ihre Auflösung in
Wasser giebt das Mineralkali rein durch die Krystallisirung.
Sonst kan man es auch nach **Marggraf** aus dem würflich-
en Salpeter durch Verpuffung mit Kohlengestiebe erhalten.

Beyde feuerbeständige Laugensalze haben fast einerley
chymische Verwandschaften und Heilkräfte. Sie dienen
gegen alle Arten von Säuren eben so, wie die absorbiren-
den Erden. Sie dürfen aber nur in sehr kleinen Dosen
oder sehr verdünnt gegeben werden, und werden so als auf-
lösende und eröfnende Mittel, oder als mildernde Zusätze
zu den harzigen Abführungsmitteln gebraucht. Aeußer-
lich sind sie auflösend, zertheilend und beizend.

Das flüchtige Laugensalz, flüchtige Harnsalz
(Alcali volatile s. urinosum) ist eine Salzsubstanz, welche
man durch die Zersetzung und Fäulniß der thierischen und
einiger vegetabilischen Substanzen gewinnt. Sie hat alle
allgemeinen Eigenschaften der Laugensalze, ihr Geruch aber
ist ungemein durchdringend und stechend, ihr Geschmack
sehr brennend und urinös, und ihre Flüchtigkeit sehr groß.
Die Krystallen, in welche sie im gewöhnlichen Zustande an-
schießt, haben nur ein Achttheil ihres Gewichts Krystalli-
sationswasser. Wasser, worinn flüchtiges Alkali aufgelö-

set ist, heißt **flüchtig-alkalischer Spiritus, urinöser Geist** (Spiritus urinosus).

Die Neutralsalze, welche das flüchtige Alkali mit den mineralischen Säuren giebt, heißen überhaupt **Ammoniakalsalze**. Sie sind: mit der Vitriolsäure der **vitriolisirte Salmiak**, oder **Glaubers geheimer Salmiak**, mit der Salpetersäure der **Salpetersalmiak**, welcher für sich selbst bey einem gewissen Grade von Hitze verpuffet, mit der Salzsäure der gewöhnliche **Salmiak**. Alle diese Salze haben einen weit stärkern und stechendern Geschmack als die übrigen, und sublimiren sich bey einem starken Grade der Hitze. Mit der Essigsäure giebt das flüchtige Laugensalz **Minderers Geist**, und mit dem Schwefel eine Art von flüchtiger Schwefelleber.

Die meisten metallischen Materien, vorzüglich Zink und Kupfer, werden vom flüchtigen Alkali angegriffen. Mit dem Kupfer nimmt die Auflösung eine sehr schöne blaue Farbe an, s. **Kupfer**. Besser gehen die Auflösungen der Metalle von statten, wenn man die in Säuren gemachten Auflösungen in starken urinösen Spiritus tröpfelt, wobey anfänglich ein Niederschlag entsteht, der sich aber bald im Spiritus auflöset. Tröpfelt man umgekehrt das Alkali in eine Metallauflösung, so verbindet es sich mit der Säure, und schlägt das Metall nieder. Der sonderbarste Niederschlag dieser Art ist der des Goldes, s. **Knallgold**. Mit den Oelen giebt das flüchtige Alkali seifenartige Gemische, dergleichen das *Eeau de Luce* ist.

Man erhält das flüchtige Alkali durch die Destillation aus thierischen und vegetabilischen Materien. Es ist aber in diesem Zustande sehr unrein, und mit vielen empyreumatischen Oelen zu einer Art von Seife vermischt. Man verwandelt es daher durch Zusatz einer Säure in ein Ammoniakalsalz, wobey es sich genau von aller fremden Materie scheidet, und zieht es aus diesem Salze vermittelst der fixen Alkalien oder absorbirenden Erden durch eine neue gelinde Destillation.

In der Arzneykunst wird es als ein kräftiges die Nerven reizendes Mittel bey Ohnmachten, Schlagflüssen u. dgl.

ntweder in fester Gestalt als **Riechsalz**, oder in flüssiger, ls *Eau de Luce* gebraucht. Innerlich dient es in schwahen Dosen als schweißtreibendes Mittel. Man hat es uch wider den Biß der Ottern und tollen Hunde empfohlen.

Die Laugensalze im gewöhnlichen Zustande erregen mit en Säuren ein starkes **Aufbrausen**, wobey eine Menge Gas entbunden wird. Wenn man aber ein fixes Laugenalz mit lebendigem Kalke und hinlänglichem Wasser kocht, der das flüchtige Laugensalz mit lebendigem Kalke mit etas in der Vorlage vorgeschlagnem Wasser destillirt, und hm dadurch sein Gas entzieht, welches sich alsdann mit em Kalke verbindet, so wird der Geschmack der entstehenen Salzlauge vorzüglich brennend und fast feurig, die Laue brauset nun nicht mehr mit den Säuren, erhitzt sich aber esto stärker mit ihnen. In diesem Zustande heißen die augensalze **ätzende, kaustische, reine** (Alcalia caustica, pura *Bergm.*); da man sie im gewöhnlichen Zustande **milde, luftsäurehaltige** (aërata) nennet. Diese Eintheiung in milde und kaustische Alkalien ist von **D. Black**, . **Kalk, Kausticität**.

Allem Ansehen nach besitzen die Laugensalze ihre Aetzarkeit von Natur, und es ist dieselbe zugleich mit einer staren Auflöslichkeit und Schmelzbarkeit verbunden. Nur verden alle diese Eigenschaften durch die Vereinigung, welhe diese Salze im gewöhnlichen Zustande mit der **Luftäure** eingehen, ungemein vermindert. Diese Säure nacht sie milder, der Krystallisirung fähiger und strengüßiger. Sobald sie ihnen aber durch die Bearbeitung nit Kalk entzogen wird, kehrt ihre Aetzkraft, Zerfließbarkeit und Schmelzbarkeit in ihrer ganzen Stärke zurück.

Die fixen Laugensalze lassen sich zwar auch ätzend durch as Abrauchen in trockner Gestalt darstellen, aber nicht in Krystallen, obgleich das mineralische im milden Zustande rystallisirungsfähig ist; auch zerfließen sie leicht wieder an er Luft; das flüchtige ätzende aber ist nicht einmal einer rocknen Darstellung mehr fähig, und heißt in diesem Zutande **flüßiges Laugensalz** (Alcali fluor). Die Lauge es fixen ätzenden Alkali so weit eingekocht, daß ein Ey dar-

auf schwimmt, heißt **Seifensiederlauge, Meisterlauge** (Lixivium saponariorum s. magistrale). Sie ist so fressend, daß sie die Theile des thierischen Körpers augenblicklich angreift, und giebt bis zur Trockne abgeraucht, geschmolzen und in Formen gegossen, den **Aetzstein der Wundärzte** (lapis causticus). Uebrigens kan man die fixen Laugensalze auch durch anhaltendes Calciniren ätzend machen, wobey sie aber die Gefäße leicht angreifen.

An der freyen Luft ziehen die ätzenden Laugensalze nach und nach die Luftsäure wieder an sich, und verlieren ihre Aetzbarkeit. Wenn man eine mit Luftsäure gefüllte Flasche mit ofner Mündung in eine ätzende Lauge stellt, so steigt die Flüßigkeit allmählig in die Höhe, wird mild, mit Säuren brausend und krystallisirungsfähig. Durch Sättigung mit Luftsäure lassen sich sogar Krystallen des Gewächslaugensalzes darstellen. Zwey Loth Weinsteinsalz in so wenig, als möglich, Wasser aufgelöset und in einer mit Luftsäure gefüllten Flasche von 100 Cubikzoll geschüttelt, schießen zu vierseitigen prismatischen Krystallen an, deren Endspitzen von zwey dachförmig zusammengehenden Dreyecken gebildet sind.

Macquer chym. Wörterbuch. Art.: Alkalien.

Gren syst. Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. §. 109—219. §. 259—266.

Leere, leerer Raum, Vacuum, Spatium vacuum, *Vuide.* Man drückt durch das Wort Raum den Begrif der körperlichen Ausdehnung aus, der noch immer zurückbleibt, wenn man den Körper selbst in Gedanken aus seiner Stelle hinwegnimmt. Unsere Sinne zeigen uns so etwas nie anders, als an Körpern; wir sehen und fühlen nie Ausdehnung für sich allein ohne andere dem Körper zukommende Eigenschaften. Es ist aber die Frage, ob es nicht in der Natur Räume ohne Körper geben könne, und wirklich gebe. Solche Räume würde man alsdann **leere Räume, Leeren** nennen müssen. Soviel man aus metaphysischen Gründen dem Daseyn solcher Leeren entgegensetzen

an, so läßt sich dasselbe doch durch sehr starke physische Gründe vertheidigen.

Man muß aber hiebey nothwendig die **absolute Leere** (vacuum absolutum) von der **zerstreuten** (vacuum disseminatum) unterscheiden. Unter jener haben einige Naturforscher eine ganz für sich bestehende, von aller Materie leere, einzige, unbegrenzte, unveränderliche Ausdehnung verstanden, deren Daseyn vor der Körperwelt vorhergegangen sey, und in welche der Schöpfer die Körper gesetzt habe. So wird der Begrif der Leere von **Musschenbroek** (Introd. ad philos. nat. To. I. cap. 3. De spatio vacuo) bestimmt, und so nahm ihn unter den Alten die Epikureische Schule an, welche jedoch die Vereinigung der Atomen in diesem Raume keinem Schöpfer, sondern einer zufälligen Ablenkung vom geraden Wege (clinamen atomorum) zuschrieb. Gegen diesen Begrif von absoluter Leere möchte wohl das metaphysische Argument unüberwindlich seyn, daß Raum und Ausdehnung überhaupt nur Denkform coexistirender Dinge sind, und nicht gedacht werden können ohne Vorstellung von Körpern, welche Ausdehnung haben, und Raum einnehmen oder zwischen sich lassen.

Bey Betrachtung der wirklichen Welt, welche aus großen, in unermeßlichen Abständen entfernten, Weltkörpern besteht, kömmt man auf die Frage, ob sich zwischen diesen Körpern außer den Grenzen ihrer Dunstkreise noch etwas Körperliches aufhalte, oder nicht. Wäre der Raum zwischen ihnen **leer** von Materie, so könnte man ihn als einen Theil jenes allgemeinen Weltraumes ansehen, der bey der Schöpfung unausgefüllt geblieben wäre. So käme ihm der Name **absolute Leere** ebenfalls zu. Aber schon der Gedanke, daß wir die Weltkörper **sehen**, läßt es nicht zu, in diesem Sinne eine absolute Leere der Himmelsräume annehmen. Das Licht, welches von den Fixsternen zu uns gelangt, muß doch entweder diese Räume selbst anfüllen, oder in ihnen eine zur Fortpflanzung geschickte Materie antreffen.

Unter zerstreuter Leere hingegen versteht man Zwischenräume zwischen den einzelnen Theilen der Körper, wel-

che nichts Materielles mehr in sich fassen. Ob es gleich ganz gewiß ist, daß sich in den gröbern Zwischenräumen der Körper vielerley fremdartige Materien aufhalten, so läßt sich doch noch fragen, ob nicht die allerfeinsten Zwischenräume von aller Materie frey seyn müssen? Man sieht sich sogar gezwungen, dies anzunehmen. Denn da die Erfahrung lehrt, daß es Körper von verschiedner Dichtigkeit giebt, oder daß in einem Körper die Theile näher bey einander sind, als im andern, so folgt daraus von selbst der Begrif von Abstand der Theile ohne vollkommene Berührung, d. i. von **zerstreutem leeren Raume**, ohne welchen auch überdies gar keine Bewegung würde statt finden können. Es scheint also keine **absolute**, wohl aber eine **zerstreute Leere** vorhanden zu seyn.

Die Epikuräer vertheidigten den Begrif der Leere in seinem ausgedehntesten Umfange: **Lucrez** bringt verschiedene Beweise vor, wovon sich die meisten auf die zerstreute Leere beziehen (De rer. nat. L. I. v. 335. 370. 385.): die Peripatetiker hingegen schrieben der Natur eine **Abneigung gegen die Leere** (horror s. fuga vacui) zu, aus der sie, als aus einer verborgnen Qualität, verschiedene physikalische Erklärungen herleiteten.

Descartes (Princip. philos. P. II. §. 10 sqq.) läugnet schlechterdings alle Leere in der Körperwelt, die er auf allen Seiten unbegrenzt, und so vollkommen mit Materie ausgefüllt annimmt, daß nirgends ein Raum weder im Ganzen noch zwischen den Theilen der Körper, leer bleibe. Dies ist sein **absolut voller Raum** (*Plein absolu*), der einen Hauptgrundsatz seines Systems ausmacht. Er sieht dieses als eine Folge des Begrifs vom Körper an, den er für völlig einerley mit dem Begriffe von Ausdehnung hält. „Wenn man fragt, sagt er, was geschehen würde, „wenn Gott alle Materie, die in einem Gefäße enthalten ist, „wegnähme, und keine andere an ihre Stelle kommen ließe, „so ist die Antwort: die Wände des Gefäßes würden dadurch in Berührung kommen. Denn wenn zwischen zween „Körpern Nichts liegt, so müssen sie sich berühren. Es „ist offenbarer Widerspruch, zu sagen, es sey ein Abstand

„zwischen ihnen, und dieser Abstand sey doch Nichts; denn „aller Abstand ist eine Art der Ausdehnung, und kan „also nicht vorhanden seyn ohne ausgedehnte Substanz.“ P.II. §. 18.). Dies nöthigt ihn nun, die verschiedene Dichte bloß für ein Phänomen auszugeben, das aus der verschiedenen Menge der in den Zwischenräumen enthaltenen subtilen Materie entspringe, alle Bewegung aber für kreisförmig, d. i. so zu erklären, daß ein Körper den zweyten, dieser den dritten u.s.w. im Kreise fort gerechnet aus der Stelle treibe, der letzte aber an die Stelle des ersten wieder eintrete. In der That verstatten auch seine loca omnia corporibus plena keine andere Möglichkeit, Bewegungen zu gedenken, wozu noch überdies die Materie ohne Ende theilbar seyn und unendlich verschiedene Gestalten haben muß, die ohne alle Lücken in einander passen. Darauf beruhen seine Wirbel, und seine ganze der Erfahrung oft so sehr widersprechende Mechanik.

Newton hingegen, welcher die Lehre vom Widerstande der Mittel (Princip. L. II.) so vortreflich abgehandelt hat, zieht aus derselben Folgerungen, welche dem cartesianischen vollen Raume geradezu widersprechen. Alle Bewegungen müßten in dieser compacten Masse von materiellen Theilen einen unendlichen Widerstand finden. Descartes zwar giebt vor, der Widerstand werde durch die Zertrennung in seine Theile vermindert, und die subtile Materie sey so fein zertheilt, daß sie gar nicht mehr widerstehe. Newton hingegen zeigt (prop. 38 et 40.), daß selbst die feinste Zertheilung der Materie den Widerstand nicht merklich ändere, welcher sich immer sehr nahe, wie die Dichtigkeit des widerstehenden Mittels verhält; daher diejenigen Mittel, in welchen Körper ohne merkliche Retardation weit fortgehen, allezeit ungemein viel dünner seyn müssen, als die Körper, welche in ihnen bewegt werden. Diesen Grundsätzen gemäß würde eine Kugel, die sich in einem cartesianischen vollkommen dichten Mittel bewegte, bey aller Feinheit und Flüßigkeit desselben dennoch mehr als die Helfte ihrer Bewegung verlieren, ehe sie noch die dreyfache Länge ihres Durchmessers durchlaufen hätte. So würde es nicht

möglich seyn, daß ein Mensch sich von der Stelle bewegte, geschweige denn, daß die Himmelskörper, deren Lauf keine merkliche Retardation zeigt, in einem vollkommen dichten Mittel fortgehen könnten.

Diese Gründe, mit welchen **Newton** den vollen Raum des **Descartes** bestreitet, sollten seiner Meynung nach bloß das Daseyn einer zerstreuten Leere beweisen, keineswegs aber eine **absolute Leere** im Weltraume darthun, welche mit seinem System über das Licht ganz unverträglich ist. Vielleicht sind die Uebertreibungen seiner Schüler Schuld daran, daß man ihn mißverstanden, und so grober Ungereimtheiten beschuldigt hat, als kaum der gedankenloseste Mensch zu sagen fähig seyn würde. Man s. hierüber das Wort **Aether** (Th. I. S. 85.).

Gegen Descartes Behauptungen läßt sich auch noch Folgendes anführen. Wenn das erste Element oder die subtile Materie sich von den übrigen Körpern bloß durch die Feinheit und Gestalt der Theile unterscheiden soll, so muß es eben soviel eigenthümliches Gewicht, als andere Körper, besitzen; denn die Gestalt ändert nichts im Gewichte. Ein Lichtstral müßte den ganzen Weltbau zerstören, wenn er sich den ungeheuren Weg durch eine Linie bahnen sollte, die ihm in jedem Punkte einen Widerstand entgegensetzte. In dem Augenblicke, da man zween Körper trennt, die sich vorher berührten, dringt andere Materie zwischen sie durch Bewegung ein; Bewegung aber erfordert Zeit: also giebt es doch Zeitmomente, in welchen der entstandne Raum noch nicht ganz ausgefüllt ist, d. h. es ist leerer Raum gedenkbar u. s. w.

Man nimmt endlich das Wort **Leere** oder **leerer Raum, Vacuum,** oft bloß für **luftleeren Raum** (spatium ab aëre vacuum). Weil die Luft bey uns auf der Erde durch ihre Elasticität in alle Räume dringt, die von andern Materien leer sind und zu denen ihr der Zugang offen steht, so lassen sich solche leere Räume bloß durch künstliche Veranstaltungen hervorbringen. Der durch die Luftpumpe erhaltene, die **boylische** oder **guerickische Leere** (Vacuum Boylianum, Guerickianum, *Vuide de Boyle*) ist

nicht einmal vollkommen luftleer; weil er bloß durch eine fortgesetzte Verdünnung der atmosphärischen Luft entsteht, welche sich nie bis zu einer gänzlichen Erschöpfung derselben fortsetzen läßt, s. **Luftpumpe**. Der im Barometer über dem Quecksilber entstandne Raum, die **torricellische Leere** (Vacuum Torricellianum, *Vuide de Torricelli*) soll, wenn das Barometer gut ist, vollkommen luftleer seyn, s. **Barometer**. Feinere Materien, die das Glas durchdringen, können aus diesen Räumen nicht entfernt werden.

Ren. Des-Cartes Principia philosophiae, Amst. 1685. 4. P. II. p. 27 sqq.

Brisson Dict. rais. de physique. Art. *Vuide*.

Leicht, Leve, *Léger*. Ein Körper heißt leicht, wenn sein absolutes Gewicht gering ist, s. **Gewicht**. Da es hiebey auf Größe ankömmt, so drückt das Wort einen bloß relativen Begriff aus, und man kan keinen Körper an sich leicht nennen, sondern nur sagen, er sey **leichter**, d. i. er habe weniger Gewicht, als ein anderer. **An sich** oder **absolut leicht** würde man Körper nennen können, deren absolutes Gewicht = 0 oder gar negativ wäre, d. i. die sich nach einer der Schwere entgegengesetzten Richtung zu bewegen strebten. Wir kennen aber keinen solchen Körper; vielmehr ist, den Erfahrungen gemäß, alle bekannte Materie schwer, und wenn einige Chymiker gewisse Materien, z. B. Wärmestof, Licht, Phlogiston ꝛc. für **absolut leicht** annehmen, so erfordert diese große Ausnahme von der allgemeinen Regel mehr Beweis, als bisher dafür angeführt worden ist. Denn daß sich einige Phänomene dadurch bequem erklären lassen, ist wohl noch nicht hinreichend, einen Hauptgrundsatz der Physik umzustoßen, so lange noch andere Erklärungen dieser Phänomene statt finden.

Das relative Gewicht der Körper im Wasser oder in der Luft kan allerdings = 0 oder negativ werden, aber in diesem Sinne wird das Wort nicht genommen, wenn man etwas **an sich** oder **absolut leicht** nennt. Das Gewicht des Körpers ist in solchen Fällen wohl vorhanden, es wird nur von dem umgebenden Mittel getragen.

Specifisch leichter oder **leichtartiger** (specifice levius), als ein anderer, heißt ein Körper, wenn er bey gleichem Volumen dennoch weniger, als jener andere wiegt. Man schließt daraus, daß er in gleichem Raume weniger Masse, als jener enthalte, d. h. daß er **dünner, lockrer** (rarius) sey, s. **Dichte, Schwere, specifische.**

Leichtigkeit, Levitas, *Légereté.* Geringere Größe des absoluten Gewichts, also ebenfalls nur Ausdruck eines relativen Begrifs. **Absolute Leichtigkeit,** d. i gänzlicher Mangel oder gar negative Größe des Gewichts läßt sich bey keinem bekannten Körper durch Erfahrungen darthun. **Relative Leichtigkeit** ist geringere Größe des Gewichts, **specifische Leichtigkeit** ist geringere Größe desselben bey gleichem Volumen mit andern Körpern.

Leidner Flasche, s. **Flasche, geladne.**

Leidner Vacuum, Kleistisches Vacuum, Vacuum Leidense, *Vuide de Leide.* Eine belegte Flasche EF, Taf. XIII. Fig. 101., aus welcher man die Luft ausziehen kan, um Erscheinungen des elektrischen Lichts im luftleeren Raume darzustellen. Diese Erfindung des Herrn **Henly** war eigentlich dazu bestimmt, die franklinische Theorie der Elektricität zu erweisen.

Die bey EF vorgestellte Flasche darf bloß von außen etwa drey Zoll hoch mit Zinnfolie belegt werden; von innen vertritt der luftleere Raum die Stelle der Belegung und Verbindung mit dem Knopfe E. Der Hals der Flasche ist in eine messingene Kappe ab eingeküttet, die eine Oefnung mit einem Ventile hat, und von dieser Kappe geht ein Drath mit einer stumpfen Spitze einige Zoll tief in die Flasche hinein. Man zieht vermittelst einer kleinen Handluftpumpe durch das Ventil die Luft aus der Flasche, und schraubt alsdann die messingene Kugel E auf. Unten bey F ist eine Schraubenmutter angekküttet, um die Flasche auf ein isolirtes Stativ schrauben zu können. c und d sind zugespitzte Dräthe, die man gelegentlich in die Kugel E

und in das Stück F einschrauben, oder auch wieder abnehmen kan.

Wenn man diese Flasche luftleer auf ein isolirendes Stativ schraubt, und die Spitze d gegen einen positiv elektrisirten Conductor bringt, so erscheinen im Dunkeln bey d und g leuchtende Sterne oder Punkte, bey c aber ein ausströmender Stralenkegel. Hält man c gegen den positiven Conductor, so ist bey c ein Punkt, bey g und d aber zeigen sich Stralenbüschel. Wird hingegen d gegen einen negativen Conductor gehalten, so sind die Büschel bey d und g, der Punkt bey c: und wenn man c gegen den negativen Conductor bringt, so ist ein Büschel bey c, und die Punkte zeigen sich bey d und g. Bey diesen Versuchen sind die Büschel bey g ungemein stark und deutlich, und füllen mit ihrem Lichte den ganzen Raum der Flasche.

Eben so erscheint bey g ein **Büschel**, wenn man nach abgenommenen **Dräthen** c und d, die Flasche beym Boden hält, und die Kugel E gegen den positiven Leiter bringt: ein Stern hingegen, wenn man sie bey E hält, und mit dem Boden an den Leiter bringt. Auch kehren sich diese Erscheinungen um, wenn der Leiter negativ elektrisirt ist.

Diese sehr wohl ausgedachten Versuche machen den Unterschied des elektrischen Lichts bey +E und —E sehr deutlich, und beweisen, daß Spitzen, wenn sie +E annehmen, **Sterne**, und wenn sie —E annehmen, **Büschel** zeigen. Dies ist aber noch kein directer Beweis für Franklins Hypothese. Es müßte noch erwiesen werden, daß der leuchtende Stern schlechterdings nichts anders, als ein **Eindringen** des +E anzeige; denn er kan ja eben sowohl von dem **Ausströmen** eines —E herrühren, welches vielleicht nur ein schwächeres Licht giebt, oder sich nicht so leicht und in so großer Menge mittheilt, als +E. Also lassen sich diese Versuche auch nach der Hypothese von zwoen Elektricitäten erklären, und können daher zwischen ihr und der franklinischen nicht entscheiden.

Cavallo vollst. Abhdl. von der Elektricität, Leipzig, 1785. gr. 8. S. 181.

Adams Versuch über die Elektricität, Leipzig, 1785. gr. 8. S. 78 und 82.

Leidner Versuch, s. Flasche, geladne.

Leiter der Elektricität, Leiter, leitende Körper, anelektrische Körper, Conductores electricitatis, Corpora conducentia s. anelectrica, symperielectrica, *Conducteurs*, *Corps anélectriques*, *Corps symperiélectriques*. Diejenigen Körper, welche die Elektricität ohne merklichen Widerstand durch ihre eigne Substanz verbreiten oder fortführen. Wenn solche Körper nicht isolirt sind, s. Isoliren, so führen sie die Elektricität durch den Fußboden in die Erde. Wenn daher bey ihrer Reibung auch einige Elektricität erregt wird, so ist dieselbe doch nicht merklich, weil sie sich augenblicklich durch die ganze Substanz vertheilt, oder gar in die Erde übergeht. Daraus darf man aber nicht schließen, daß in den Leitern keine ursprüngliche Elektricität erregt werden könne, wovon die Versuche, wenn man nur die Leiter isolirt, das Gegentheil lehren (s. *Hemmer* sur l'électricité des metaux, im Journal de phys. Juill. 1780. p. 50. *Herbert* Theoria phaenom. electricorum. Vindob. 1778. p. 15.). Inzwischen hat dieser Umstand Anlaß gegeben, die Leiter auch **unelektrische Körper** (Anelectrica) zu nennen. **Symperielektrische** heißen sie, weil man sie mit fremder Elektricität versehen kan, im Gegensatze mit den **idioelektrischen.**

Ein vollkommner Leiter würde derjenige seyn, der der Elektricität beym Durchgange durch seine Substanz gar keinen Widerstand entgegensetzte. Dergleichen giebt es nun wohl schwerlich; auch die besten Leiter haben etwas von der Natur der Nichtleiter, so wie die besten elektrischen Körper in einigem Grade leitend sind.

Die Leiter nehmen die Elektricität leicht an, und behalten sie, wenn sie isolirt sind, in sich. Daher sind sie sehr brauchbar zur Mittheilung und Anhäufung der Elektricität. Man pflegt mit jeder Elektrisirmaschine einen isolirten Leiter zu verbinden, der der **erste Leiter, Hauptleiter der Maschine** (Conductor principalis, *Condu-*

teur de la machine) genannt wird, in welchem sich die erregte Elektricität anhäufen kan, s. Elektrisirmaschine Th. I. S. 793.). Der Erfinder hievon ist Gray, der zuerst den menschlichen Körper, in der Folge aber metallne Stangen in seidnen Schnüren hängend, als Hauptleiter gebrauchte.

Die besten Leiter sind folgende:

Alle Metalle nach folgender Ordnung: Gold, Silber, Kupfer, Messing, Eisen, Zinn, Quecksilber, Bley, Halbmetalle.

Erze, worunter diejenigen die besten sind, in welchen das metallische den größten Theil ausmacht, und die der Natur der Metalle selbst am nächsten kommen.

Kohlen von thierischen und vegetabilischen Substanzen.

Die flüßigen Theile thierischer Körper.

Alle flüßige Körper, Luft und Oele ausgenommen.

Wasser ist ein guter Leiter; daher alle Körper leiten, wenn sie naß sind, auch der feuchte Erdboden ein guter Leiter ist.

Rauch und alle Ausflüsse brennender Körper.

Eis, aber nur in einer Kälte, welche noch nicht — 13° nach Fahrenheit, oder — 20° nach Reaumür erreicht (*Achard* Mém. de Berlin, 1776.).

Schnee.

Die meisten salzigen Substanzen, am besten die metallischen Salze.

Steinartige Substanzen, am besten die weichern.

Dünste des heißen Wassers.

Luftleerer Raum.

Alle Nicht-leiter werden durch Feuchtigkeit, sehr viele, z. B. Glas, Harz, Luft, auch durch Hitze leitend. Ueberhaupt laufen die Grenzen der Leiter und Nicht-leiter so in einander, daß es Körper giebt, die man zu beyden Classen rechnen kan, s. Halbleiter.

Oft verwandelt sich einerley Körper, wenn er auf verschiedene Art behandelt wird, bald in einen Leiter, bald in einen Nicht-leiter. Frisch vom Stamme gehauenes Holz ist

ein guter Leiter, wegen seiner Feuchtigkeit; gedörrt wird es ein Nicht-leiter; zu Kohlen gebrannt ein Leiter; in Asche verwandelt ein Nichtleiter.

Was die eigentliche Ursache des Unterschieds zwischen Leitern und Nicht-leitern sey, weiß man zwar nicht gewiß; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß alles auf einer Verwandschaft der Stoffe gegen das elektrische Fluidum, oder gegen die mehrern elektrischen Materien beruhe. Ehedem hielt man bloß Metalle und Wasser für leitend, und erklärte bey andern Körpern ihre leitende Eigenschaft aus der Feuchtigkeit oder den metallischen Theilen, die sie bey sich führten. **Priestley**, der die Kohlen sehr leitend fand, vermuthete (Exp. and Obs. on diff. Kinds of air Vol. II. Sect. 14.), das Phlogiston sey die Ursache des Leitens, weil Metalle und Kohlen Nicht-leiter werden, wenn man ihnen dasselbe entzieht. Nur im Wasser, das doch auch leitet, schien kein Phlogiston zu seyn. Sollte man aus den neuern Versuchen, die ich beym Worte: **Wasser** anführe, folgern dürfen, daß das Wasser Brennbares enthalte, so würde diese Schwierigkeit wegfallen. Herr **de Lüc** (Ideen über die Meteorologie, Th. I. §. 278.) unterscheidet das elektrische fortleitende Fluidum von der bloß schweren elektrischen Materie. Das fortleitende Fluidum durchdringt alle Körper ohne Unterschied, aber die elektrische Materie verhält sich nicht auf gleiche Art bey allen Körpern. Sie strebt nach den **leitenden** auf eine große Entfernung, hängt sich aber nicht an sie an, sondern bewegt sich frey um sie herum, und wird durch ihr fortleitendes Fluidum fortgerissen. Sie strebt hingegen nach den **nicht-leitenden** nur auf eine sehr geringe Entfernung; kömmt sie aber hier zur Berührung, so hängt sie sich an, und kan durch ihr fortleitendes Fluidum nicht fortgerissen werden. Diese Voraussetzung ist etwas gekünstelt, aber ihr Urheber weiß sehr sinnreiche Erklärungeu daraus herzuleiten.

Cavallo vollst. Abhdl. v. der Elektricität, Leipz. 1785. 8. S. 13 u. f. S. 94.

Leiter, erster, s. Elektrisirmaschine, Leiter.

Leiter, leuchtender, Conductor lucens, *Conducteur lumineux.* Ein von Herrn **Henly** erfundener luftleerer Hauptleiter, welcher an der Elektrisirmaschine eben das zeigt, was das leidner Vacuum nach Art einer geladnen Flasche darstellt, s. **leidner Vacuum**, nemlich Erscheinungen des elektrischen Lichts bey + E und — E.

EF, Taf. XIII. Fig. 102. ist eine Glasröhre 18 Zoll lang, und 3 bis 4 Zoll im Durchmesser. An beyden Enden sind messingne Kappen BE, FD angeküttet. Eine davon hat eine Spitze C, die andere einen Drath mit einer Kugel G. Aus jeder geht auch ein Drath mit einem Knopfe inwendig in die Höhlung der Röhre. Die eine Kappe FD besteht aus zwey Stücken, aus der Büchse F, welche angeküttet ist, und einen Deckel mit einem Ventile hat, wodurch man die Luft aus der Glasröhre pumpen kan, und der Haube D, welche auf die Büchse aufgeschraubt wird. Das Ganze steht auf zwo gläsernen Säulen im Fußbrete H.

Hat man nun die Luft aus A gezogen, die Haube D aufgeschraubt, und das Instrument, als ersten Leiter, an eine Elektrisirmaschine, mit der Spitze C gegen die Glaskugel gestellt, so zeigt sich im Dunkeln an der Spitze ein **Stern**, die ganze Röhre ist schwach erleuchtet, von dem Drathe bey FD strömen **Stralenbüschel**, der andere Drath und Knopf bey BE ist mit einem sehr hellen **Sterne** erleuchtet. Eben diese Erscheinungen zeigen sich in umgekehrter Ordnung, wenn man die Spitze C an das Kissen der Maschine stellt, und es erscheint alsdann bey C selbst ein **Stralenkegel.**

Von diesen sehr angenehmen Versuchen gilt eben das, was von denen mit dem **leidner Vacuum** bey diesem Worte gesagt worden ist. Sie beweisen, daß Körper, die + E annehmen, **Sterne**, und die — E annehmen, **Büschel** zeigen. Daraus aber folgt die Wahrheit der franklinischen Theorie noch nicht, die sie nach der Absicht des Erfinders beweisen sollten. **Cavallo** rechnet sie auch bloß zu den Versuchen über das Licht ohne Beziehung auf die Theorien.

Cavallo vollst. Abh. v. der Elektricität. S. 164. u. f.

Leuchtende Körper, Corpora lucentia, *Corps lumineux*. Körper, die für sich allein gesehen werden können, oder von sich selbst Licht aussenden. Ihnen werden die dunkeln Körper entgegengesetzt, welche bloß das Licht, das sie von andern empfangen, ins Auge zurückwerfen, s. **Dunkle Körper**. Schwachleuchtende Körper können aber durch stark leuchtende soviel fremdes Licht empfangen, daß ihr eignes darüber unmerklich wird. So sieht man faules Holz am Taglichte nicht leuchten, sondern nur erleuchtet.

Leuchtende Körper sind die Sonne und die Fixsterne, alle brennende oder bis zum Glühen erhitzte Körper, einige Insekten und Gewürme, so lange sie leben, faules Fleisch und besonders faule Fische, faules Holz u. dgl. der Harnphosphorus und andere durch die Kunst bereitete Phosphoren. Einige Körper fahren, wenn sie eine Zeitlang erleuchtet worden sind, auch noch im Dunkeln fort zu leuchten. Man nennt sie **lichteinsaugende Körper** (lucem bibentia) und zählt sie zu den **Phosphoren**. Von diesen Körpern, so wie von den künstlichen Phosphoren s. den Art. **Phosphorus**. Hier will ich noch etwas von einigen natürlichen Phosphoren beyfügen.

Unter den leuchtenden Insekten ist besonders der **leuchtende Johanniswurm** oder **Johanniskäfer** (Lampyris noctiluca, *Ver luisant*) bekannt, ein länglicher brauner Käfer mit grauem Schilde. Das Weibchen ist ungeflügelt, und leuchtet am ganzen Leibe; das Männchen aber nur aus zween Punkten der letzten Bauchringe. Der Schein ist bald stärker, bald schwächer, und scheint nach einigen von der Willkühr des Thiers abzuhängen. **Reaumür** (Mém. de l'acad. des Sc. 1723.) vermuthet, das Leuchten hänge mit dem Begattungstriebe des Insekts zusammen. Nach den Versuchen der Herren **Forster** und **Sömmering** (Götting. Magazin, III. Jahrg. 2. St.) wird das Leuchten in dephlogistisirter Luft weit stärker und anhaltender. **Bartholin** (De luce animalium. Hafn. 1669. 8.) führt vier Gattungen von leuchtenden Insekten

n, zwo mit Flügeln, zwo ohne Flügel; allein in heißen ändern sollen nach den Berichten der Reisenden weit mehre e anzutreffen seyn. Es sind auch einige Arten vom Springkäfer (Elater), der Cikade und der Assel (Oniscus) euchtend.

Die **Pholaden**, eine Art von Muscheln, welche sich n die kalkartigen Felsen, Korallen, Schiffe u. s. w. einohren, leuchten des Nachts mit einem phosphorischen Scheine. Dies bemerkt schon **Plinius** (H. N. IX. 6.), er diese Gewürme Dactylos nennt, und dabey anführt, aß sie im Munde dessen, der sie ißt, leuchten, und durch hre Feuchtigkeit Hände und Kleider glänzend machen. Reaumür (Mém. de l'acad. des Sc. 1723.) und **Beccari** (Comm. Bonon. Vol. II. p. 232 sqq.) haben die besten Beobachtungen über dieses Licht angestellt. Es hört auf, wenn das Thier in Fäulniß geht, oder eintrocknet, kan aber durch Schütteln im Wasser oder Benetzung wieder hervorgebracht werden. Weingeist oder Essig nimmt es augenblicklich hinweg. Diese Pholaden machen das ganze Wasser oder die Milch, worinn man sie schüttelt, leuchtend. Eine einzige machte 7 Unzen Milch so glänzend, daß man die Gesichtszüge der Umstehenden erkennen konnte. Im luftleeren Raume schien das Leuchten aufzuhören; wenn man das Thier in Honig aufbewahrte, dauerte es über ein Jahr. Außerdem leuchten unter den Seegewürmen auch die **Nereiden, Medusen,** und **Seefedern** (Pennatulae), die in unzählbarer Menge im Meere herumschwimmen.

Daß **faules Fleisch** leuchte, bemerkte zuerst **Fabricius ab Aquapendente** (De visione etc. Venet. 1600. fol.) am Lammfleische. **Bartholin** (De luce animal. p. 184.) beschreibt eine zu Montpellier 1641 gemachte Beobachtung, da ein Stück Fleisch in einzelnen Punkten leuchtete, als ob es mit Diamanten überstreut wäre. **Boyle** sahe etwas ähnliches 1672 an einem noch eßbaren Stücke Kalbfleisch (Philos. Trans. no. 89.). Ganz vorzüglich aber bemerkt man dieses Leuchten an faulenden **Fischen**. Hierüber hat **Boyle** (Phil. Trans. no. 31. p. 581. Ab-

handl. zur Naturg. Physik und Oekon. aus den Phil. Trans., Leipz. 1779. gr. 4. I. Th. S. 228. u. f.) viele Versuche angestellt, und gefunden, daß dieses Licht durch Hinwegnehmung der Luft sogleich aufgehoben oder doch beträchtlich vermindert wird. **Boyle** bediente sich dazu der Weißfische (whitings). **D. Beal** (Philos. Trans. no. 13. p. 226. Abhl. aus den Phil. Tr. Th. I. S. 242.) fand eine Salzbrühe, worinn frische Makrelen gekocht waren, nachdem sie einige Tage gestanden hatte, so leuchtend, daß Tropfen davon auf dem Boden und auf dem Handteller leuchteten. Die Fische selbst leuchteten noch stärker, aber blos auf der obern Seite. Am folgenden Tage zeigte sich das Licht beym Umrühren noch stärker, und die Fische leuchteten nun auf beyden Seiten. Nach zween Tagen giengen sie ganz in Fäulniß, und zeigten kein Licht weiter. **Martin** (Schwed. Abhdl. XXIII. B. S. 225.) glaubt, daß alle Seefische leuchten, besonders die mit weißen Schuppen. Besprengung mit Salz und gelinde Erwärmung vermehrten das Leuchten; starke Hitze und Trocknung nahmen es hinweg. **Canton's** Versuche (Philos. Trans. Vol. LIX. p. 446 sq.) sind die genausten. Ein frischer Weißfisch in Seewasser gelegt, leuchtete nach 24 Stunden. Das Wasser schien zwar dunkel, als er aber mit einem Stöckchen hindurchfuhr, leuchtete der Strich, und nach einigem Umrühren das ganze Wasser. Nach 48 Stunden war es am hellsten, aber nach drey Tagen leuchtete es nicht mehr. Noch stärker war das Leuchten des Seewassers, in welches er einen Hering gelegt hatte; in der dritten Nacht konnte man nach dem Umrühren die Zeit an der Uhr dabey erkennen. Es verschwand erst am siebenten Tage; süßes Wasser mit einem eingelegten Heringe aber blieb die ganze Zeit über dunkel. Salzwasser von gleicher Stärke mit dem Seewasser verhielt sich, wie Seewasser selbst; in sehr gesalzenem aber leuchtete der Fisch gar nicht. Der Hering hatte sich im letztern völlig gut erhalten, im erstern war er weich und faulicht geworden. Man sieht aus allem diesem deutlich, daß das Leuchten von der Neigung zur Fäulniß oder von dem Anfange derselben herkömmt, welcher nach

Pringle (Exp. on ſeptic. and antiſeptic ſubſtances) durch Seewaſſer oder ſchwachgeſalzenes Waſſer befördert wird, da hingegen ſtark geſalzenes die Fäulniß hindert. Hieraus erklärt ſich auch, wenigſtens zum Theil, das Leuchten des Meerwaſſers, ſ. **Meer**.

Ueber das **faule Holz** hat **Boyle** die meiſten Verſuche im October 1667 gemacht. Der Glanz deſſelben verſchwand im luftleeren Raume, jedoch nicht augenblicklich wie bey den Fiſchen, ſondern erſt nach kurzer Zeit. In verdichteter Luft bemerkte er keine Vermehrung des Leuchtens, auch fand er den Zutritt der freyen Luft nicht nöthig; denn das Holz leuchtete auch in einer verſchloßnen Glasröhre. In allen Flüßigkeiten aber verlohr es ſeinen Glanz, ſo wie auch in ſtarker Kälte, die durch erkältende Miſchungen hervorgebracht war. Inzwiſchen ward es durch das Leuchten nicht abgezehrt; man konnte auch durchs Thermometer nicht den geringſten Grad von Hitze daran entdecken. Boyle macht eine umſtändliche Vergleichung zwiſchen dem Lichte der glühenden Kohlen und des faulen Holzes oder der Fiſche, um zu zeigen, worinn ſie übereinkommen, oder von einander abgehen. Unter andern bemerkt er, daß das Zuſammenquetſchen die Kohle augenblicklich auslöſche, dem Holze aber nichts von ſeinem Lichte benehme.

Auch die Elektricität zeigt im Dunkeln ein Licht, das beſonders in ſehr verdünnter Luft, oder im Boyliſchen Vacuum ſehr lebhaft wird, ſ. **Elektricität, leidner Vacuum**. Da Glas, an Queckſilber gerieben, Elektricität erhält, ſo erklärt ſich hieraus das Leuchten einiger Barometer, wenn ſie im Dunkeln geſchüttelt werden, ingleichen der luftleeren Glasröhren, worinn etwas Queckſilber befindlich iſt. Dieſe Röhren hat **Hawksbee** (Philoſ. Trans. 1708. ingl. Phyſico-mechanical exp. Lond. 1709. 8.) **Queckſilber-phosphoren** (Phoſphoros ſ. Noctilucas mercuriales) genannt; aber ihr Licht iſt, wie er ſelbſt richtig angiebt, blos eine elektriſche Erſcheinung.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 407. u. f.

Libration, ſ. **Schwanken des Monds**.

Licht, Lux, Lumen, *Lumiere*. Das, was die Körper sichtbar macht. Es ist sehr natürlich, daß bey der Erleuchtung und bey dem Sehen, irgend etwas von dem leuchtenden Körper bis zum erleuchteten, und von dem Gesehenen bis zum Auge, fortgehen muß, es mag nun dieses eine eigne Materie, oder blos die Bewegung eines Zwischenmittels seyn. Ohne solche Verbindungen wäre doch keine Einwirkung entfernter Körper in einander und in unser Auge begreiflich. Dieses Etwas, es bestehe worinn es wolle, nennen wir **Licht**, und so bedeutet dieses Wort die unbekannte Ursache der Erleuchtung und des Sehens.

Gewisse Körper sind an sich sichtbar, s. **Leuchtende Körper**, andere werden es erst durch Hülfe der leuchtenden, und heißen alsdann **erleuchtet**, s. **Dunkle Körper**. Man stellt sich also vor, daß die leuchtenden das Licht ursprünglich von sich aussenden, die erleuchteten hingegen blos dasjenige Licht, das sie von den leuchtenden empfangen, von ihrer Oberfläche ins Auge zurückschicken. Wiederum verstatten gewisse Körper dem Lichte den Durchgang, daher man andere Körper durch sie sehen kan, s. **Durchsichtig**; andere schicken das Licht zurück, oder unterbrechen seinen Fortgang, und heißen **undurchsichtige Körper**.

Man sieht einen Körper nicht mehr, wenn **in der geraden Linie** zwischen ihm und dem Auge ein undurchsichtiger Körper steht. Auch erleuchtet der leuchtende Körper den dunkeln nicht mehr, wenn sich **in der geraden Linie** zwischen beyden ein undurchsichtiger Körper befindet. Dies zeigt, daß sich das Licht, was es auch seyn mag, **in geraden Linien** fortpflanze. Das Auge sieht leuchtende und erleuchtete Körper von allen Seiten her, wo nichts Undurchsichtiges im Wege steht. Daher muß sich das Licht von jedem physischen Punkte eines sichtbaren Körpers nach allen Seiten zu in geraden Linien ausbreiten, so wie die Halbmesser einer Kugel vom Mittelpunkte derselben nach allen Seiten zu ausgehen.

Diese geraden Linien, nach welchen sich das Licht fortpflanzt, heißen **Lichtstralen** (radii lucis, *rayons de lumiere*). Die Vorstellung derselben ist den Erscheinungen

öllig gemäß, und verschafft den großen Vortheil, daß sich nun ie Untersuchung der Gesetze des Lichts, unabhängig von llen Hypothesen über das Wesen desselben, auf Betrachung gerader Linien, d. i. auf Geometrie bringen läßt, aher diese Lehren vom Lichte, unter dem Namen der optichen Wissenschaften einen Haupttheil der angewandten Mahematik ausmachen. Man s. die Artikel: **Optik**, **Dioptrik**, **Katoptrik**, **Brechung**, **Zurückwerfung**, **Beugung des Lichts**, **Auge**, **Sehen**, **Bild**, und ndere, auf welche bey den hier genannten verwiesen wird.

An gegenwärtiger Stelle, wo blos vom Lichte im Allemeinen die Rede ist, will ich nach einigen Bemerkungen iber Stärke, Geschwindigkeit und Feinheit des Lichts, die ornehmsten Hypothesen über das Wesen dieses wichtigen hysikalischen Gegenstands anführen.

Stärke des Lichts.

Das Licht, welches von dem leuchtenden Punkte A, Taf. XIII. Fig. 103. auf eine Fläche bc fällt, bildet eine **Stralenpyramide** Abc, oder einen **Stralenkegel**, in elchem die Lichtstralen bey weiterm Fortgange immer weier aus einander fahren. Dieselbe Menge von Licht nemich, die bey b durch die Fläche bc ausgebreitet ist, vereitet sich, wenn sie bis B fortgeht, durch die größere läche BC, welche sich zu bc, wie $AB^2 : Ab^2$, verhält. In eben diesem Verhältnisse muß also die Wirkung dieses ichts, oder die Erleuchtung bey B schwächer, als bey b eyn, d. i. **die Erleuchtung nimmt in dem Verhältnisse ab, in welchem das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Punkte zunimmt.**

Eben so einleuchtend ist es, daß sich die Stärke der Erleuchtung, unter übrigens gleichen Umständen, wie die Menge der leuchtenden Punkte, oder, wie die **Größe der leuchtenden Oberfläche**, verhalten müsse. Daher rleuchten in gleicher Entfernung zwo Kerzen doppelt so tark, als eine. Geht man des Abends von einem Lichte so veit, daß man eine gewisse Schrift gerade noch lesen kan, so

wird man, um sie noch zu lesen, wenn man doppelt so weit davon gegangen ist, vier Lichter, und wenn man sich dreymal so weit entfernt hat, neun Lichter anzünden müssen.

Wenn Lichtstralen schief auf eine Fläche fallen, so fängt sie deren weniger auf, als wenn sie ihnen senkrecht entgegengestellt wird. Hiebey verhält sich die Menge der Stralen, oder die Stärke der Erleuchtung, **wie der Sinus des Neigungswinkels** der Fläche gegen das Licht. So wird ein Blatt Papier von der Sonne nur halb so stark als sonst erleuchtet, wenn es ihren Stralen unter einem Winkel von 30° entgegengekehrt wird.

Endlich richtet sich auch die Erleuchtung nach dem **Sinus des Winkels, den die Stralen mit der leuchtenden Fläche machen** (anguli emanationis). So erleuchtet der Rand der Sonne eben so stark, als das Mittel, gerade so, als ob das Ganze nicht eine Kugel, sondern eine platte Scheibe wäre. Denn obgleich die Theile am Rande der Sonne mehr leuchtende Punkte enthalten, als die gleich groß scheinenden Theile im Mittel, so machen doch die Stralen, welche vom Rande zu uns kommen, einen weit schiefern Winkel mit der Sonnenfläche, als die aus der Mitte. **Bouguer** glaubt sogar das Sonnenlicht gegen den Rand zu schwächer, als um die Mitte, gefunden zu haben, und vermuthet, das schief ausgehende Licht werde noch mehr geschwächt, als im Verhältnisse des Sinus vom Emanationswinkel. **Euler** hingegen (Mém. de l'Acad. de Berlin 1750.) hat bey seinen Bestimmungen der Lichtstärke den Emanationswinkel gar nicht in Betrachtung gezogen.

Auf die angeführten vier Grundsätze hat **Lambert** (Photometria, Aug. Vind. 1760. 8.) seine Messungen des geradlinigt fortgepflanzten Lichts gebaut, wobey er die erleuchtende Kraft des leuchtenden Körpers (vis illuminans), die gesehene Helligkeit desselben (claritas visa), und die Erleuchtung (illuminatio) unterscheidet. Die vorher angeführten Sätze gelten blos von der letztern. Es ist aber dabey noch auf die Schwächung zu sehen, welche das Licht in der Luft, durch die es gehet, leiden muß. Wenn die Sonne

n ein Zimmer zwischen zugezognen Vorhängen durchschei-
net, so sieht der, der seitwärts steht, einen hellen Strich,
n dem glänzende Sonnenstäubchen spielen, zum Beweise,
daß ein Theil des Lichts, welches gerade fortgehen sollte,
n der Luft aufgehalten und zur Seite gebracht wird. Daß
Bouguer diese Schwächung des Lichts geringer, als Lam-
bert, setzt, ist schon bey dem Worte: Durchsichtigkeit
Th. I. S. 644.) angeführt worden. Der letztere hat sei-
e Untersuchungen hierüber auch auf die Erleuchtung des
uftkreises durch die Sonne ausgedehnt, und gefunden, daß
ie Helligkeit der Luft oder des Taglichts theils im Hori-
onte, theils in der Gegend der Sonne selbst am stärksten
t. Steht z. B. die Sonne 40° hoch, und wird die Hel-
gkeit eines von der Sonne beschienenen Theilchens außer-
alb der Atmosphäre = 1 gesetzt, so ist die Helligkeit im
Horizonte = $\frac{1}{2}$; in der Gegend der Sonne = $\frac{7}{20}$; im Ze-
ith = $\frac{1}{4}$.

Die gesehene Helligkeit ist von der Erleuchtung zu
nterscheiden; bey den Planeten z. B. ist der gesehene Glanz
hr merklich, die Erleuchtung durch sie aber ganz unbe-
trächtlich. Wolf vermengt beyde, wenn er in seiner
Optik sagt, daß entfernte Gegenstände deswegen dunkler
scheinen, weil das Licht umgekehrt, wie das Quadrat der
Entfernung abnehme. So haben auch Kies (Mém. de
Berlin, 1750 p. 218.) und Euler (ebend. p. 280.) auf
iesen Unterschied keine Rücksicht genommen. Nach Herrn
Klügels richtiger Bemerkung (Priestley's Gesch. der
Optik, S. 313.) sind hiebey noch scheinbare Helligkeit,
ie mit vom Urtheile der Seele abhängt, relative gesehe-
e Helligkeit, wobey die Ausbreitung des Bildes im Au-
e mit in Betrachtung kömmt, und absolut wahre Hel-
igkeit zu unterscheiden, welche letztere sich bey gleicher
Oefnung der Pupille und gleicher Entfernung, wie die
Dichte der Stralen beym Auge, verhält, bey andern Oef-
nungen der Pupille aber sich im Verhältniß der Größe die-
er Oefnungen ändert. Die Dichte der Stralen beym Au-
ge aber verhält sich wieder direct, wie die Intensität oder
erleuchtende Kraft, und verkehrt, wie das Quadrat der

Entfernung. Daher sind absolut wahre Helligkeiten, wie die Intensitäten des Lichts multiplicirt in die Oefnungen des Auges, und dividirt durch die Quadrate der Entfernungen. Diese Art der Helligkeit muß in den theoretischen Untersuchungen gebraucht werden, dagegen man bey den Versuchen die relative und scheinbare Helligkeit findet. Man sieht hieraus, wie es möglich ist, aus Versuchen Schlüsse auf gesehene Helligkeit und Intensität des Lichts zu machen.

Um ein Beyspiel der Resultate anzuführen, findet **Bouguer** die Helligkeit der Sonne 300000mal stärker, als die des Monds. Er fieng nemlich Sonnenlicht und Mondlicht, beydes aus einer Höhe von 31° mit einem Hohlglase auf, das in einer Oefnung von 1 Lin. Durchmesser im Laden angebracht war. Das Sonnenlicht in einen Kreis von 108 Lin. Durchmesser ausgebreitet, schien gleich stark mit dem Scheine einer $1\frac{1}{3}$ Fuß entfernten Kerze: das Mondenlicht durch einen Kreis von 8 Lin. verbreitet, that gleiche Wirkuug mit einer 50 Fuß (d. i. $37\frac{1}{2}$mal weiter) entfernten Kerze. Nun ist die Erleuchtung von der ersten Kerze so vielmal stärker, als die Erleuchtung von der zweyten, soviel die Quadratzahl von $37\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $1416\frac{1}{4}$ mal. Im Kreise von 8 Lin. war aber auch das Licht noch so vielmal concentrirter, als im Kreise von 108 Lin., soviel die Quadratzahl von $13\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $182\frac{1}{4}$mal. So gab der Versuch das Sonnenlicht $182\frac{1}{4} \times 1416\frac{1}{4}$mal oder 256289mal stärker, als das Mondlicht. Das Mittel aus mehrern Versuchen giebt 300000 für die mittlere Weite des Monds von der Erde. **Lambert** findet unter der Voraussetzung, daß der Mond den vierten Theil des auffallenden Lichts zurückwirft, oder daß seine Weiße $= \frac{1}{4}$ ist, die Sonne 277000mal heller, als den Mond. Diese Helligkeit des Monds ist genau so groß, als die des Taglichts oder heitern Himmels. Sie scheint aber doch Hrn. L. noch zu groß angegeben zu seyn, indem das weißeste Bleyweiß nur $\frac{2}{7}$ der erhaltenen Stralen zurückwerfe. Er trägt hierauf sehr sinnreiche Berechnungen der Helligkeit des Monds in den verschiedenen Phasen vor, und handelt dann von den

Planeten, deren gesehene Helligkeit er, wenn die Weiße ey allen gleich gesetzt wird, für Saturn, Jupiter und Mars in der Opposition, wie 1; 22; 10; für Venus nd Merkur in der Dichotomie, wie 307; 97 angiebt. Diese Verhältnißzahlen sind aber noch durch die Größe es Bildes von jedem Planeten auf der Netzhaut zu dividiren.

Dies kan wenigstens als eine Probe dessen dienen, was man unter Stärke des Lichts zu verstehen, und bey den Untersuchungen derselben zu beobachten hat, von denen man noch einige historische und litterarische Nachrichten bey em Worte: **Photometrie**, finden wird.

Geschwindigkeit des Lichts.

Schon **Galilei** und nach ihm die Mitglieder der Akaemie del Cimento zu Florenz hatten vergeblich versucht, die Geschwindigkeit des Lichts durch Fackeln zu messen, welche n gewissen Entfernungen von einander gestellt und in einerey Augenblicke aufgedeckt werden sollten (*Musschenbroek* Tentam. exper. acad. del Cimento, Lugd. Bat. 1731. 4. T. II. p. 183). Diese Versuche mußten nothwendig mißingen, da keine Entfernung auf der Erde groß genug ist, um Maaßstabe einer so erstaunenswürdigen Geschwindigeit zu dienen.

Endlich gelangte man zu dieser Entdeckung, ohne sie u suchen. **Olof Römer**, ein Däne von angesehener Familie, der sich damals zu Paris aufhielt, hatte mit dem ltern **Cassini** auf der königlichen Sternwarte zwischen den Jahren 1670 und 1675 viele Verfinsterungen der Jupitersmonden beobachtet. Sie hatten dabey gefunden, daß der rste Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, wie denn z. B. am 9 Nov. 1676 sein Austritt um 10 Min. später erfolgte, als es im August geschehen war, da die Erde dem Jupiter näher gestanden hatte. So verspätigten sich die Austritte immer mehr, je weiter ich die Erde vom Jupiter entfernte, und die Eintritte erfolgten von Zeit zu Zeit früher, je mehr sie sich demselben

wieder näherte. Wenn Taf. IX. Fig. 30. die Erde durch DAC gieng, und man also blos die Austritte bey m bemerkte, so wurden sie immer später gesehen, so daß der größte Unterschied, wenn die Erde bey C war, über 14 Min. betrug; dagegen erfolgten im Laufe durch CBD die Eintritte bey e immer früher, je weiter die Erde gegen D heran kam. **Römer** schloß hieraus, daß diese Ungleichheit, welche offenbar von dem Abstande der Erde und des Jupiters abhieng, eine Folge davon sey, daß das Licht auf seinem Wege zur Erde über 14 Min. eher in den Stellen bey D, als in denen bey C anlange, und also über 7 Min. Zeit brauche, um durch die Helfte der Linie CD, oder von der Sonne S bis zur Erde zu kommen. Diese Muthmaßung legten Cassini und er schon 1675 der pariser Akademie vor.

Descartes hatte aus den Sonnen- und Mondfinsternissen geschlossen, daß sich das Licht augenblicklich (in instanti) fortpflanze, und dieser Satz machte einen wesentlichen Theil seiner Hypothese vom Lichte aus. Daher fand **Römers** Behauptung bey der Akademie, welche noch sehr cartesianisch gesinnt war, Widerspruch. **Cassini** selbst und **Maraldi** erklärten sich dagegen, und suchten die bemerkte Ungleichheit aus der Eccentricität der Bahn der Jupitersmonden herzuleiten (s. *Weidler* Hist. astr. p. 540). **Huygens** und **Newton** aber nahmen diese Entdeckung mit Beyfall auf, und seitdem sie **Bradley** im J. 1728 so schön zur Erklärung der Aberration benutzt hat, s. **Abirrung des Lichts**, zweifelt kein Sachverständiger mehr an ihrer vollkommenen Richtigkeit.

Das Licht pflanzt sich also nicht augenblicklich, sondern **allmählig** fort (propagatio successiva) d. i. so, daß es zu seiner Bewegung einige Zeit braucht. **Bradley's** genauere Bestimmungen (Philos. Trans. no. 485.) haben gezeigt, daß die Zeit, die es braucht, um durch DC oder den Durchmesser der Erdbahn zu kommen, 16 Min. 15 Sec. betrage, daher es von der Sonne bis zu uns in 8 Min. $7\frac{1}{2}$ Secunde gelangt. Diese Geschwindigkeit übertrifft an Größe alle andere, die wir kennen. Sie ist 10313mal größer als die, mit welcher die Erde um die Sonne läuft,

ınd giebt in einer einzigen Secunde einen Weg von mehr
ıls 40000 Meilen, welche die Geschwindigkeit einer Ka-
ıonenkugel mehr als $1\frac{1}{2}$ Millionenmal, und die des Schalls
eynahe 976000 mal übertrifft.

Feinheit des Lichts.

Die Lichtstralen müssen äußerst fein seyn, sie mögen nun
n materiellen Ausflüssen, oder in fortgepflanzten Schwingun-
gen eines Zwischenmittels bestehen. Durch die geringste Oef-
nung, durch einen Nadelstich im Kartenblatte, sehen wir
ine unzählbare Menge von Körpern. Von jedem Punkte
ieser Körper müssen alsdann Lichtstralen in unser Auge
ommen, und so müssen deren eine unglaubliche Menge
urch das mit der Nadel gestochene Loch gehen, ohne ein-
nder zu stören oder sich zu vermischen.

Man hat aus dieser äußerst großen Feinheit beweisen
vollen, daß das Licht nicht in materiellen Ausflüssen be-
tehen könne, weil sich keine Materie von solcher Feinheit
enken lasse, daß unzählbare Ströme von ihr durch eine
o kleine Oefnung, ohne sich zu hindern, dringen könnten.
Allein man hat gar nicht nöthig, sich den Fortgang des
ichts, als einen ununterbrochnen Strom zu denken, ob-
chon in der Empfindung des Sehens keine Unterbrechung
vahrgenommen wird. Herr **von Segner** (Progr. de
aritate luminis, Gott. 1740. 4.) folgert aus der Beobach-
ung einer im Kreise geschwungnen glühenden Kohle, welche
inen ununterbrochnen leuchtenden Kreis zu bilden scheint,
aß der Eindruck des Lichts auf die Netzhaut eine halbe
Secunde daure; **d'Arcy** setzt dies sogar auf $2\frac{2}{3}$ Secunden,
. **Gesichtsbetrüge**. Nimmt man aber auch nur 6 Ter-
ien an, so beschreibt in dieser Zeit das Licht einen Weg
on 5 Halbmessern der Erde. Folglich können die Licht-
tralen aus Theilchen bestehen, die einander in Entfernun-
gen von 5 Erdhalbmessern folgen, ohne daß die Empfin-
ung des Lichts im Auge unterbrochen wird. Man kan
iese Entfernung noch weit größer machen, wenn man an-
immt, daß nicht alle Punkte einer sichtbaren Stelle zu-

gleich Licht aussenden, sondern mit einander abwechseln. Hiebey wird der Durchmesser jedes Theilchens, wenn es auch materiell ist, unvergleichbar klein gegen die Entfernung zweyer auf einander folgenden, und es bleibt zwischen ihnen Platz genug übrig, um alle Begegnung und Störung zu verhüten. Eben dies haben auch **Melville** (Edinburgh Essays, Vol. II. p. 17.) und **Canton** (Philos. Trans. Vol. LVIII. p. 344.) vorgetragen.

Aus dieser großen Feinheit des Lichts erklärt sich auch, warum man bey aller seiner Geschwingkeit keinen Stoß desselben gegen andere Körper, oder vielmehr kein merkliches **Moment** dieses Stoßes hat bemerken können. **Homberg** (Mém. de Paris, 1708.) glaubte zwar, durch den Stoß der Sonnenstralen im Brennpunkte leichte Körper in Bewegung gesetzt, und eine Uhrfeder schwingend gemacht zu haben; auch findet man ähnliche Beobachtungen von **Macquer** bey dem Worte: **Brennglas** (Th. I. S. 448.) angeführt. **Mairan** (Mém. de Paris, 1747.), der sich mit **du Fay** hierüber viel Mühe gab, konnte nichts dergleichen finden. Hingegen führt **Priestley** (Geschichte der Optik, durch **Klügel**, S. 282.) einen Versuch von **Michell** an, wobey ein kleines Blättchen Kupfer, an einer Claviersaite, die wie eine Magnetnadel, mit einem Achathütchen auf einem Stifte im Gleichgewichte ruhte, und gegen die Bewegungen der Luft geschützt war, durch den Stoß der Lichtstralen im Brennpunkte eines Hohlspiegels wirklich bewegt ward, und eine Geschwindigkeit von 1 Zoll in einer Secunde erhielt. **Priestley** berechnet hieraus, da das ganze Instrument 10 Gran wog, so habe die Masse des in einer Secunde auf das Blättchen gefallenen concentrirten Lichts mehr nicht, als ein Zwölfhundertmilliontheilchen eines Grans betragen.

Hypothesen über die Natur des Lichts.

Die Meynungen der alten Weltweisen über das Licht sind von Herrn **Klügel** (in den Zus. zu Priestley's Geschichte der Optik. S. 20 u. f.) aus den Quellen gesamm-

et. **Plutarch** (De placitis philos. IV. 13. 14.) führt einige derselben an. **Demokrit** und **Epikur** erklärten das Sehen durch unendlich feine Bilder der Gegenstände, die von ihnen immerfort ins Auge flössen: andere, z. B. **Empedokles, Hipparchus** und **Plato** (im Timäus) ließen das Licht sowohl aus den Augen, als aus den Gegenständen ausgehen, und beyderley Ausflüsse sich unterwegs begegnen. **Empedokles** sagte, daß die Abflüsse auf der Oberfläche der Spiegel hängen blieben, daß aber etwas Feuriges aus dem Spiegel komme, und sie durch die Luft fortführe. **Aristoteles** (De mente II. 7.) drückt sich über das Licht so aus, als ob er es für eine Bewegung in irgend einem Zwischenmittel hielte. „Das Licht, sagt er, ist etwas Durchsichtiges, aber nicht für sich, sondern durch die Farbe eines andern Dinges. Die Farbe beweget das Durchsichtige, und dieses, als etwas Zusammenhängendes, beweget den fühlenden Sinn. Das Auge kan nicht von der Farbe unmittelbar gerührt werden. Es muß ein Mittel da seyn — Für den Schall ist die Luft das Mittel. Das Licht ist kein Feuer, kein Körper, auch kein Ausfluß eines Körpers, sondern die Gegenwart eines solchen Dinges in dem Durchsichtigen." So dunkel auch diese Stelle ist, so scheint sie mir doch eher auf eine Bewegung in einem zusammenhängenden Mittel, als nach Herrn **Klügels** Vermuthung auf eine Wirkung unkörperlicher Dinge zwischen dem Gegenstande und dem Auge zu gehen. Inzwischen haben diese Aeußerungen des Aristoteles die Scholastiker veranlasset, das Licht für unkörperlich, oder nicht für eine Substanz, sondern für eine Qualität, zu halten, und in den Körpern selbst etwas zu suchen, was mit den Empfindungen des Auges und mit den Farben analog ist, (quoniam nihil dat, quod non habet).

Baco (De augmentis scient. in Opp. Frf 1653. fol. p. 119.) rechnet es unter die Desiderata seiner Zeit, daß man das Licht blos mathematisch betrachte, und die physicalischen Untersuchungen über die Form und den Ursprung desselben vernachlässige. An einer andern Stelle (Opp.

p. 198.) äußert er, sichtbare und hörbare Dinge kämen darinn überein, daß von beyden keine körperlichen Substanzen ausführen, oder merkliche Bewegungen des umgebenden Mittels verursacht würden, sondern blos gewisse propagines spiritales von unbekannter Natur dabey entstünden.

Descartes (Princip. philos. P. III. §. 55. 63. 64. Dioptrica C. I. §. 3. 4. sqq.) ließ die Sonne und die leuchtenden Körper aus den Theilchen seines ersten Elements bestehen, und erfüllte den ganzen Weltraum mit den vollkommen harten Kügelchen des zweyten Elements, s. Aether. Die Theile der leuchtenden Körper sind nach ihm in einer beständigen Bewegung; durch diese werden die Kügelchen des zweyten Elements gestoßen, und da es zwischen denselben keinen leeren Raum giebt, sondern immer ein Kügelchen das andere auf das genauste berühret, so pflanzt sich dieser Stoß durch alle geradlinigte Reihen dieser Kügelchen in einem Augenbicke fort. So vergleicht er die Fortpflanzung des Lichts mit der Bewegung eines Stabs, dessen letztes Ende in eben dem Augenblicke bewegt wird, in welchem man das erste fortstößt. Eine solche Bewegung oder Druck kan seiner Meynung nach auch vom Auge verursachet werden, und er erklärt daraus, wie Katzen und andere Thiere, deren Augen leuchten, im Finstern sehen können. Diesem System steht entgegen, daß sich geradlinichte Kugelstäbe von dieser Art gar nicht denken lassen, und daß die geringste Bewegung diese Lage der Kügelchen stören müste; auch daß sich das Licht in der That nicht augenblicklich sondern allmählig, fortpflanzt. Wollte man kleine Räume zwischen diese Kugeln setzen, so würde sich alsdann die Fortpflanzung des Lichts nicht mit den Gesetzen des Stoßes harter Körper vereinigen lassen.

Daher haben auch die spätern Cartesianer die Härte der Kügelchen aufgegeben, und das Fluidum, wodurch das Licht fortgepflanzt wird, elastisch angenommen. Der P. **Mallebranche** (Mém. de Paris, 1699. p. 32.) setzt an die Stelle der harten Kugeln kleine flüßige Wirbel, deren

eder den empfangenen Eindruck an den nächstliegenden mittheilt. **Huygens** (Traité de la lumiere, Leide, 1690. 4.) läßt das Licht so, wie den Schall, aus wellenförmig fortgepflanzten Wirbeln oder Schwingungen eines elastischen Mittels bestehen, und nach Linien fortgehen, welche auf die Reihen der einzelnen neben einander liegenden Wirbel oder ihrer Mittelpunkte senkrecht stehen. Hieraus erweißt er das Gesetz der Brechung, und aus gewissen nicht kreisförmigen, sondern elliptischen Lichtwellen erklärt er die Erscheinungen des Doppelspaths, s. **Brechung, Krystall, isländischer.**

Gassendi vertheidigte sehr umständlich das System des Epikur, daß das Licht körperlich sey, und die Sichtbarkeit der Gegenstände von Theilchen herrühre, die immerfort von der Oberfläche der Dinge abflössen. Hingegen bestritt **Du Hamel** (Astronomia physica, Paris, 1660. 4.) sowohl das cartesianische, als das gassendische System, und sahe das Licht, wie die Scholastiker, als eine Eigenschaft der Körper an. Auch **Isaak Vossius** (De lucis natura et proprietate. Amst. 1662. 4.) behauptete das Unkörperliche des Lichts, und ward dadurch in einen Streit mit den Cartesianern verwickelt.

So stand es um die Meynungen vom Lichte, als **Newton** seine zahlreichen neuen Entdeckungen über dasselbe bekannt machte. Dieser große Naturforscher schränkte zwar seine Untersuchungen blos auf die Erscheinungen und Gesetze des Lichts ein; man sieht aber doch aus seinen der Optik beygefügten Fragen, und aus dem ganzen Gange seiner Untersuchungen deutlich, daß er geneigt war, die Lichtstralen für die Wege **materieller**, aus den leuchtenden Körpern ausgefloßner, Theilchen zu halten, welche von andern Körpern angezogen würden, u. s. w. Diese Meynung ist nun unter dem Namen des **Emanationssystems** bekannt geworden, und man hat sie durch alle dagegen gemachte Einwendungen bisher noch nicht widerlegen können. Vielmehr enthält sie eine höchst bequeme und passende Vorstellungsart für alle Erscheinungen des Lichts und der Farben, der

sich in keinem andern Systeme eine gleich leichte und einfache an die Seite setzen läßt. Sie ist wenigstens ein schönes Gleichniß, das man sehr weit ausdehnen und gar nicht entbehren kan, wenn man von allen Phänomenen des Lichts auf eine gleichförmige Art Rechenschaft geben will. Man hat aber dieses Emanationssystem vornehmlich mit folgenden, meistens von Euler vorgebrachten, Gründen bestritten.

„Die Sonne," sagt man, „müßte durch das unaufhörliche Ausströmen einer Materie aus allen ihren Punkten und nach allen Seiten längst erschöpft seyn." Euler berechnet, wenn der Verlust der Sonne in 5000 Jahren unmerklich seyn sollte, so müsse die Dichte der Sonnenstralen an der Erde eine Trillion mal geringer seyn, als die Dichte der Sonne selbst, welches ihm unbegreiflich dünkt. Kan man aber wohl irgend einen Satz, blos einer großen Zahl halber, für unbegreiflich erklären? Ueberdies sind die Lichtstralen auch nicht für ununterbrochne Ströme anzunehmen, wie etwa die Wasserstralen eines Springbrunnens, mit denen sie Euler (Briefe an eine deutsche Prinz. 17 Brief.) sehr unbillig vergleicht. Was im Vorigen von der Feinheit des Lichts angeführt worden ist, beweißt, daß man die Masse der Lichtstralen über alle Vorstellung gering annehmen darf, und wenn der daselbst erwähnte Versuch von Michell richtig ist, so wird nach Priestley's Rechnung (Gesch. der Optik. S. 283.) jeder Quadratfuß auf der Oberfläche der Sonne in einem Tage nur zween Gran Masse verlieren, wodurch der Halbmesser der Sonne, wenn sie nur die Dichte des Wassers hätte, in 6000 Jahren nicht mehr, als etwa um 10 Fuß kleiner werden würde. Newton sieht es noch außerdem als möglich an, daß zu Ersetzung dieses Verlusts Kometen in die Sonne fallen können.

Man hat ferner gefragt: „wo denn diese Menge von „Licht, welche unaufhörlich auf die Körper fällt, hernach „bleibe?" Aber zu geschweigen, daß der größte Theil der Stralen von der Erdfläche wieder zurück gesendet wird, bringt auch das Licht in den Körpern selbst, in Absicht auf Wärme,

Mischung, Entwicklung von Luftgattungen, Vegetation rc. Veränderungen hervor, die kein Kenner der Physik und Chymie in Zweifel ziehen wird.

„Es ist unbegreiflich, fährt man fort, daß sich eine Materie mit so ungeheurer Geschwindigkeit, wie das Licht, bewegen sollte.“ Dieser Einwurf sagt doch nichts weiter, als daß wir diese äußerst geschwinde Bewegung mit keiner andern bekannten vergleichen können. Dürfen wir aber wohl unsere eingeschränkten Kenntnisse und Vorstellungen zum Maaßstabe des Möglichen machen?

„Ferner müßte eine solche Menge von Materie, die den ganzen Himmelsraum einnimmt, und mit einer so gewaltigen Geschwindigkeit bewegt wird, die Planeten in ihrem Laufe stören.“ **Euler**, der hiebey Newton einer großen Inconsequenz beschuldiget, s. **Aether**, braucht dies eigentlich, als einen Defensivgrund für seine bald anzuführende Hypothese. Wenn die Newtonianer, sagt er, den Himmelsraum mit Lichtströmen anfüllen, so müssen sie mir auch erlauben, ihn mit Aether anzufüllen, ohne ihre Argumente für die Leere der Himmelsräume gegen mich zu brauchen. Hierinn scheint er auch Recht zu haben. Die Schwierigkeit ist eigentlich allen Systemen gemein, die das Licht nicht gar als eine Wirkung unkörperlicher Dinge ansehen. Sie läßt sich aber heben, wenn man nur die Materien dünn genug annimmt, wodurch der Widerstand unmerklich klein wird. Nun ist die große Dünne und Feinheit des Lichts im Emanationssystem außer allem Zweifel. Man muß nur nicht Verhältnisse darum für unbegreiflich halten, weil sie durch große Zahlen ausgedrückt werden, wie **Euler** thut, der doch selbst seinen Aether 387 Millionenmal dünner, als die Luft, setzen muß.

„Auch müßten diese unzählbaren Lichtstralen, die sich überall nach so vielen Richtungen durchkreuzen, einander stoßen, sich in ihren Bewegungen aufhalten, oder einer des andern Richtung ändern.“ Dies gründet sich wiederum auf die falsche Voraussetzung, daß das Licht in ununterbrochnen Strömen ausfließe. Man darf nur eine

ganz kleine Zeit zwischen der Aussendung zweyer in einem demselben Strale sich folgender Lichttheilchen annehmen, z. B. $\frac{1}{150}$ einer Secunde, welches zur ununterbrochenen Empfindung des Lichts im Auge überflüßig hinreichend ist, so sind die nächsten Theilchen bey ihrer großen Geschwindigkeit viele tausend Meilen hinter einander, und lassen Platz genug für Millionen andere, welche zwischen ihnen hindurch gehen können.

„Endlich könnten materielle Stralen die **durchsichtigen Körper** nicht anders, als in geradlinigten Gängen „durchdringen. Denkt man sich aber solche Gänge in einem Körper an allen Orten und nach allen Richtungen, „so bleibt kein Ort übrig, in welchen man die undurchdringliche Materie desselben stellen kan. Ein solcher Bau würde den durchsichtigen Körpern alle Materie, oder wenigstens allen Zusammenhang benehmen.“ Diesen sehr starken Einwurf gegen das Emissionssystem kan ich durch keine befriedigende Antwort heben. **Newton** erklärt freylich die Durchsichtigkeit nicht aus der geradlinigten Anordnung der Zwischenräume, sondern aus der gleichförmigen Dichtigkeit und Anziehung der Theile, s. **Durchsichtigkeit**. Es bleibt doch aber immer wahr, daß materielles Licht nicht durch die undurchdringliche Matere selbst gehen kan.

Vielleicht ist das einzige, was sich hierauf antworten läßt, dieses, daß nicht überall da Continuität ist, wo wir dergleichen zu sehen glauben, s. **Sterigkeit**. Uns scheint freylich ein Glaswürfel rc. in **allen** Punkten und nach allen Richtungen durchsichtig; vielleicht aber mag er es nur in **sehr vielen** seyn. Stellen, an denen er kein Licht durchläßt, bemerken wir zwar nicht; sie können aber eben sowohl vorhanden seyn, als die Zwischenräume, die die Wärme durchlassen, und die wir eben so wenig bemerken. Auch lassen durchsichtige Körper nie **alles** Licht durch, sie schwächen dasselbe vielmehr beträchtlich, wie schon bey dem Worte: **Duchsichtigkeit**, angeführt worden ist. Wie Boß

:owich und **Priestley** diesen Einwurf heben, werde ich am Ende dieses Artikels anzeigen.

Dagegen lassen sich für das Emanationssystem die ein- fachen und ungezwungnen Erklärungen anführen, die man n demselben von der Brechung, Farbenverbreitung, Zu- ückwerfung und Beugung des Lichts geben kan, und welche ämtlich auf der Anziehung beruhen, die sich anders nicht, als)ey vorausgesetzter Materialität des Lichts, gedenken läßt. Man findet diese Erklärungen unter den Artikeln, welche en oben genannten Erscheinungen des Lichts gewidmet sind.

Inzwischen hat sich Herr **Euler** (Nova theoria lucis :t colorum in Opusc. varii argum. Berol. 1746. 4. p. 169. eq.) durch die erzählten Schwierigkeiten bewogen gefun- en, die von **Huygens** vorgetragne Hypothese, welche)as Licht dem Schalle ähnlich macht (und im Grunde schon in Gedanke des **Aristoteles** ist), mit einigen Verbesse- ungen zu erneuern, und besonders auf die durch Newton ehr erweiterte Lehre von den Farben anzuwenden. Er hat)ies mit vielem Scharfsinne und mit Anwendung seiner großen Stärke in mathematischen Berechnungen so glück- ich ausgeführt, daß man es noch zur Zeit nicht wagen kan, wischen seiner Theorie und dem Emanationssystem völlig u entscheiden.

Euler nimmt eine höchst feine, flüßige und elastische Materie durch den ganzen Weltraum verbreitet, an, der r mit Huygens den Namen **Aether** giebt. Dieser Aether wird durch das Zittern der leuchtenden Körper eben o bewegt, wie die Luft durch die Schwingung der schallen- en. Es entstehen dadurch **Schläge** (pulsus) auf den Aether, die sich, wie Wellen im Wasser, nach allen Sei- en verbreiten, so daß die Richtungen des Fortgangs den euchtenden Punkt, wie die Halbmesser der Kugel ihren Mittelpunkt, umgeben. Dieser Schläge folgen mehrere uf einander mit einer gewissen Geschwindigkeit, und ihre Succession in eben derselben geraden Linie macht einen **Lichtstral** aus. **Einfache** Lichtstralen sind, in denen lle Pulsus mit gleichen Zwischenzeiten auf einander folgen;

zusammengesetzte, deren Schläge durch ungleiche Zeiträume getrennt sind. Die einfachen sind wieder verschieden, je nachdem die Succession der Schläge schneller oder langsamer ist, und dies erregt im Auge die Empfindung der verschiedenen einfachen Farben, s. **Farben**. Die Brechung rührt daher, weil die Wellen der Schläge an der brechenden Fläche andere Geschwindigkeiten erhalten, und beym schiefen Einfall ein Theil der Welle eher an die Fläche trifft, als die übrigen, wodurch die Richtung der ganzen Welle geändert wird, s. **Brechung** (Th. I. S. 424.). Ich habe a. a. O. schon erinnert, daß ich die Nothwendigkeit einer Aenderung der Richtung der ganzen Welle hiebey nicht begreife.

Hieraus werden nun verschiedene Erscheinungen des Lichts und der Farben erklärt. Leuchtende Körper sind, deren Oberfläche durch ihr Zittern dem Aether beständig Schläge mittheilt; spiegelnde, deren Theile durch das Licht nicht selbst in Bewegung gesetzt werden, sondern die Pulsus blos unter dem Reflexionswinkel zurücksenden; durchsichtige, welche die Pulsus durch ihre eigne Substanz fortpflanzen; undurchsichtige, deren Theile von dem Aether in Bewegung gesetzt werden, und dadurch wieder eben so, wie die leuchtenden, demselben neue Schläge mittheilen. Inzwischen kan einerley Körper zu mehreren Classen zugleich gehören.

Wie hieraus die Farben erklärt werden, habe ich im Artikel: **Farben** (S. 150. u. f.) gezeigt, wo man aber auch (S. 152.) einige wichtige Einwendungen gegen diese Theorie finden wird. Die Erklärung der verschiedenen Brechbarkeit oder Farbenzerstreuung ist in diesem System sehr unvollkommen und willkührlich. Die succedirenden Schläge sollen nemlich auf einander selbst so einfließen, daß durch eine schnellere Succession auch eine geschwindere Fortpflanzung der ganzen Wellen bewirkt wird. Daraus führt **Euler** (Nova theoria etc. §. 81. 82.) eine Rechnung, die am Ende nichts Bestimmtes giebt, und nur obenhin zeigt, daß die Größe der Brechung mit von der *frequentia* pul-

suum abhänge. Er nimmt willkührlich an, bey mehr Schlägen sey die Brechbarkeit geringer. Beym Worte **Farben** S. 150. ist schon erinnert, daß er in einer spätern Schrift gerade das Entgegengesetzte angenommen hat. Und der Umstand, daß sich die Farbenzerstreuung nicht nach der Größe der Brechung richtet, läßt sich nach dieser Theorie, nach der beydes von einerley Ursachen abhängt, gar nicht erklären, s. **Farbenzerstreuung** (S. 175.).

Die Sichtbarkeit erleuchteter **dunkler Körper** leitet **Euler** nicht, wie Newton, von dem zurückgeworfenen Lichte, sondern aus neuen, im dunkeln Körper erregten, Schwingungen ab, deren Geschwindigkeit oder Farbe der Spannung seiner Theile gemäß ist. Der Mond, sagt er, wirft nicht das Licht der Sonne zurück, sonst würden wir nicht ihn selbst, sondern ein Sonnenbild in ihm sehen. Auch könnten wir gar keine Farben sehen, wenn die Körper das auffallende Licht zurückwürfen, weil die Zurückwerfung blos vom Einfallswinkel abhängt, und es also unerklärbar wäre, warum ein rother Körper in allen Fällen blos rothe Stralen nicht nur zurückwirft, sondern auch nach allen Seiten aussendet (Nov. theor. §. 108.). Also muß es der rothe Körper selbst seyn, der, durch das Licht erschüttert, dem Aether Schläge giebt, die der Spannung seiner Theile gemäß sind, und die daher die Empfindung der dem Körper eignen rothen Farbe erregen. Es läßt sich aber die Sichtbarkeit erleuchteter Körper und das Zurückwerfen des farbigten Lichts nach allen Seiten gar sehr leicht aus der Rauhigkeit der Flächen erklären. Nur glatte Flächen zeigen Bilder, und nicht sich selbst. Rauhe reflectiren von jedem Theile das Licht nach unzählbaren Richtungen, s. **Bild, Spiegel**. Auch beweißt die Erfahrung, daß Körper von einer gewissen Farbe, in das einfache Licht einer andern gehalten, nicht ihre gewöhnliche, sondern die Farbe des auffallenden Lichts zeigen, welches diesem Theile der eulerischen Hypothese gänzlich entgegen ist.

Eine sehr faßliche Darstellung dieses Systems über das Licht findet man in **Eulers** Briefen (Lettres à une prin-

cesse d'Allemagne. Mietau et Leipsic, 1770. 8. To. I. Lettr. 17—31.), wo er aber oft gegen Newton höchst ungerecht ist; ingleichen im Hamburgischen Magazin (B. VI. S. 156 u. f.). Er empfiehlt seine Hypothese auch deswegen, weil sie dem allgemeinen Plane der Natur gemäßer sey. Die Natur, sagt er, hat die Ausflüsse nur beym Geschmack und Geruch gebraucht, wo es auf geringe Distanzen ankömmt; beym Gehör aber hat sie, wegen der Fortpflanzung des Schalles in größere Entfernungen, schon Schwingungen eines gröbern Mittels anwenden müssen; daher ist es glaublich, daß sie zum Behuf des Sehens, das sich in die unermeßlichsten Weiten erstreckt, nicht Ausflüsse, sondern Schwingungen eines feinern Mittels werde gewählt haben.

Man thut sehr unrecht, wenn man dem eulerischen System dasjenige entgegen stellt, was **Newton** gegen den vollen Raum des Descartes im zweyten Buche seiner Principien erwiesen hat, s. **Leere**. Diese Sätze gelten gegen völlig harte, mit der genausten Berührung an einander schließende, Kugeln, zwischen denen noch die subtile Materie alle Zwischenräume mit vollkommner Dichte ausfüllen soll; aber gegen einen Aether, wie ihn Euler annimmt, der fast 400 Millionenmal dünner als die Luft ist, sind sie gar nicht gerichtet. Es ist wahr, daß man im Emanationssystem die Dichte des Lichts noch weit geringer annehmen, und also den Widerstand, den die Himmelskörper leiden müßten, noch mehr vermindern kan; aber dies allein macht noch keinen Grund wider das Daseyn eines Aethers aus. Mithin beruht alles, was Euler hierüber vorbringt, auf einem bloßen Mißverständnisse, worüber ich mich schon bey dem Worte **Aether** erklärt habe. Uebrigens geben die Erfahrungen auch keinen Grund für das Daseyn eines Aethers an.

Desto stärker aber ist der Einwurf, den man gegen alle Systeme, die das Licht dem Schalle ähnlich machen, aus einem andern Satze **Newtons** (Princip. L. II. prop. 42.) herleiten kan. Daselbst beweißt dieser vortrefliche Geometer, daß Schläge oder Wellen eines elastischen Mittels,

wenn sie durch ein Loch in einer vorliegenden Wand gehen, sich hinter demselben nicht blos in einer einzigen geraden Linie fortpflanzen, sondern nach allen Seiten zu ausbreiten. Dem zu Folge müßte man die Sonne im verfinsterten Zimmer, das eine Oefnung im Laden hat, nicht blos in der geraden Linie, die sich von der Sonne durch die Oefnung ziehen läßt, sondern an allen Orten sehen, wie man den Schall, der durchs Fenster dringt, im Zimmer an allen Orten hört, welches doch der klaren Erfahrung zuwider ist. Euler widerlegt Newtons Satz nicht. Er weiß sich nicht anders zu helfen, als daß er geradehin behauptet, der Schall verbreite sich auch nicht diesem Satze gemäß. Es sey zwar wahr, daß man den Schall überall im Zimmer gleich stark höre; aber Niemand glaube doch, daß der schallende Körper im Fenster oder im Loche der Wand befindlich sey, wie man doch glauben müßte, wenn sich der Schall von da aus verbreitete. Bey verstopftem Loche höre man den Schall fast eben so gut; also dringe er in gerader Linie durch die Wände des Zimmers, welche hier gleichsam die Stelle durchsichtiger Körper vertreten. Könnte man Wände anlegen, die für den Schall undurchdringlich wären, welches er für unmöglich hält, so würde man den Schall blos in der geraden Linie hören, die durch den schallenden Körper und das Loch gienge. Dies heißt: einen theoretisch erwiesenen Satz durch Erfahrungen bestreiten wollen, deren Anstellung man selbst für unmöglich hält. Inzwischen ist hier die Erfahrung weder unmöglich, noch auf Eulers Seite. Herr Klügel (Priestley Geschichte der Optik, S. 262.) glaubt den Versuch wirklich angestellt zu haben. Der Erfolg dabey war nicht so, wie Euler vermuthet; denn es war ziemlich entschieden, daß der Schall nicht nach der geraden Linie ins Ohr kam.

Man wird mir erlauben, noch folgende Erfahrung hinzuzusetzen. Wenn man durch ein Blaserohr redet, so hört jedermann die Worte so, als ob sie am Ende des Rohrs ausgesprochen würden. Hier verbreitet sich doch der Schall offenbar von der Oefnung aus nach allen Seiten, ob er gleich im Rohre selbst nur nach der geraden Linie fortgehen

konnte. Ein solches Rohr ist zwar kein eulerisches conclave, cujus constructio vires humanas prorsus superat; aber dennoch widerlegt es die Vermuthung, experimentum ex voto successurum, sonumque in ea solum directione, unde venerat, sensum auditus esse excitaturum (Nova theor. §. 14.). Ich habe dies immer für ein Beyspiel gehalten, wie oft Gedanken großer Männer, wenn sie ohne Erfahrung hingeschrieben sind, durch kindische Spielwerke widerlegt werden. Ein Licht sieht man doch durch ein solches Rohr nicht anders, als wenn das Auge in der verlängerten Axe des Rohrs steht; hier bleibt also eine offenbare Unähnlichkeit zwischen den Fortpflanzungen von Schall und Licht.

Man sieht aus dem Bisherigen, daß beyde Systeme zwar viel erklären, beyde aber auch große Schwierigkeiten gegen sich haben. **Beguelin** (Nouv. mém. de l'Acad. des Sc. de Prusse, 1772. p. 152.) untersucht die Mittel, zwischen beyden durch Erfahrungen zu entscheiden, und findet sie alle unzuverläßig. Gegen den Vorschlag, den er selbst thut, lassen sich eben so gegründete Einwendungen machen (s. allgemeine deutsche Bibl. 26. Band, S. 18. u. f.). Wäre es möglich, auszumachen, ob das Licht im Glase geschwinder oder langsamer fortgeht, als in der Luft, so würde das erstere Newtons, das letztere Eulers System begünstigen: es giebt aber kein Mittel, darüber Erfahrungen anzustellen.

So wenig sich nun hierüber etwas Gewisses ausmachen läßt, so scheint es mir doch, als ob eine nähere Bekanntschaft mit der Chymie Jeden für das Emanationssystem geneigter machen müßte; daher denn auch die meisten Chymisten nicht nur eine **Lichtmaterie** annehmen, sondern auch dieselbe zu ihren besten Theorien, als ein wesentliches Ingrediens, gebrauchen. Dies ist nun zwar noch lange kein Beweis für ihr wirkliches Daseyn, weil alle diese Theorien doch nur hypothetisch sind, und einige sich vielleicht auch mit Eulers Systeme vereinigen ließen. Aber es giebt doch in der That Erscheinungen, wobey das Licht Verwand-

schaften gegen andere Stoffe zu äußern, und Veränderungen in der Mischung und Zersetzung der Körper hervorzubringen scheint, die man schwerlich einem bloßen Zittern des Aethers zuschreiben kan. Das Sonnenlicht entwickelt eine sehr reine Luft aus den Pflanzen, welche in der Nacht und im Schatten eine schädliche Luft hervorbringen, s. **Gas, dephlogistisirtes**. Eben dieses Licht giebt den Gewächsen die grüne Farbe. Blumenzwiebeln, die man im Dunkeln auf einem Glase mit Wasser einem Lampenfeuer aussetzt, treiben weiße Blätter, die erst am Sonnenlichte grün werden. Noch mehr, diese grüne Farbe ist resinös, und löset sich im Weingeiste auf. Mehrere Beyspiele von Veränderungen der Farbe durch das Sonnenlicht führt **Priestley** (Gesch. der Optik, S. 276. u. f.) aus **Dü Hamel**, **Beccari** u. a. an. Wie leicht Bänder und seidne Stoffe gewisse Farben an der Sonne verlieren, ist bekannt; gleichwohl verlieren sie dieselben im Dunkeln nicht, wenn sie gleich eben dem Grade der Wärme, und eben der freyen Luft ausgesetzt sind. **Marat** (Decouvertes sur la lumiere, übers. von **Weigel**, Leipz. 1783. 8.) hat Verwandschaften des Lichts mit andern Materien sichtbar darzustellen gesucht. Auch die Verbindung zwischen Licht und Wärme, der Umstand, daß schwarze Körper stärker erhitzt werden, als weiße, die Erscheinungen der Phosphoren, der Stoß des Lichts, den einige im Brennpunkte der Hohlspiegel wahrzunehmen geglaubt haben u. dgl. mögen viel dazu beygetragen haben, das Daseyn einer Lichtmaterie den Chymikern wahrscheinlich zu machen. Ihre Meynungen über die Natur derselben sind dennoch höchst verschieden. Nach Einigen soll sie zusammengesetzt, nach Andern einfach, nach de Lüc sogar das einzige einfache und elementarische Fluidum seyn. Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich hierüber auf die Artikel: **Feuer** und **Phlogiston** verweisen.

Der P. **Boscowich** (Philos. naturalis theoria redacta ad unicam legem, Vindob. 1759. 4. p. 167. ingl. Diss. de lumine, Vind. 1766. 4maj.) hebt die Schwierigkeit, die sich gegen das Emanationssystem aus dem Bau

der durchsichtigen Körper herleiten läßt, dadurch, daß er sich die Materie überhaupt als eine Menge von physischen Punkten vorstellt, welche mit Wirkungskreisen des Anziehens und Zurückstoßens umgeben sind, s. **Materie**. Wenn nun, sagt er, ein bewegter Körper genug Moment hat, um die zurückstoßenden Kräfte, in deren Wirkungskreis er kömmt, zu überwinden, so wird er ohne Schwierigkeit durch jeden Körper dringen können; denn auf diese Art kreuzen sich blos Kräfte, deren, wie wir sonst schon wissen, mehrere an einem Orte zugleich vorhanden seyn können. Boscowich zeigt, wenn das Moment groß genug sey, so treibe der durchgehende Körper die Theile des andern gar nicht aus der Stelle; bey einer geringern Geschwindigkeit setze er sie in eine beträchtliche Bewegung, ohne in seinem Laufe sehr unterbrochen zu werden; und bey noch geringerer Geschwindigkeit gehe er gar nicht durch. Nach Priestley hat ein Engländer **Michell** eben diesen Gedanken schon früher gehabt; so wie er überhaupt den Kennern der Monadologie nicht neu scheinen wird. Die Kraft, womit das Licht fortgeht, wird aus der Geschwindigkeit desselben, 19 Trillionenmal größer als die Schwere, gefunden, wenn man den Raum, in welchem die Körper auf dasselbe zu wirken anfangen, $\frac{1}{100}$ Zoll setzt. Ein Widerstand, der diese Kraft zu überwinden vermag, kan freylich leicht für absolute Undurchdringlichkeit angesehen werden, wenn er auch dies nicht wirklich ist. Ich lasse es übrigens mit Herrn **Klügel** unentschieden, ob diese Berechnung auf das Licht passe, und ob es nicht noch weit besser gethan sey, seine Unwissenheit über das Wesen des Lichts demüthig zu gestehen.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 21. 104. 259. 276. 279. u. f. 304. u. f.

Ren. Descartes Princip. philos. P. III. §. 55. sqq.

Leonh. Euler Nova theoria lucis et colorum in Opusc. varg.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. § 307—313.

Lichtstral, s. **Licht**.

Lichtkegel, s. Stralenkegel.
Lichtträger, s. Phosphoren.

Linsengläser, Glaslinsen, dioptrische Linsen, Lentes dioptricae, *Verres dioptriques.* Gläser von kreisförmigem Umfange, wovon eine oder beyde Flächen eine kugelförmig erhabne oder hohle Krümmung haben. Man suchte ihnen sonst auch andere, z. B. elliptische und hyperbolische Krümmungen zu geben: aber die Absicht, die man dabey hatte, blieb unerreicht, s. **Achromatische Fernröhre.** Jetzt werden blos **sphärische** gebraucht, die man aus dazu schicklichen Glasstücken schleift.

Taf. XIII. Fig. 104. bis 109. stellen die verschiedenen Arten von Linsen im Durchschnitte vor. Fig. 104. ist auf beyden Seiten erhaben, und heißt ein **Convexconvex** (Lens utrinque convexa, *Verre convexo-convexe);* Fig. 105. ist auf einer Seite eben, auf der andern erhaben, ein **Planconvex,** (Lens plano-convexa, *Verre plan-convexe);* Fig. 106. auf einer Seite hohl, auf der andern erhaben, doch, daß der Halbmesser der erhabnen Seite kleiner ist, als der Halbmesser der hohlen, heißt ein **Meniskus** oder **Mond** (Meniscus, Lunula, *Ménisque).* Diese drey Arten haben das gemein, daß sie in der Mitte dicker, als gegen den Rand sind; sie machen zusammen die Classe der **erhabnen Linsen** oder **Convexgläser** (Lentes convexae, *Verres convexes)* aus. Nach dem verschiedenen Gebrauche, den man von ihnen macht, heißen sie auch Brillengläser, einfache Vergrößerungsgläser, Loupen, Brenngläser. Die beyden ersten Arten, Fig. 104 und 105 heißen von ihrer Gestalt im eigentlichen Verstande **Linsen** (Lentes, *Lentilles, Verres lenticulaires*).

Fig. 107. ist auf beyden Seiten hohl, ein **Concavconcav** (Lens utrinque concava, *Verre concavo-concave);* Fig. 108. auf einer Seite hohl, auf der andern eben, ein **Planconcav** (Lens plano-concava, *Verre plan-concave);* Fig. 109. auf einer Seite hohl, auf der andern erhaben, doch daß der Halbmesser der hohlen Seite kleiner ist, als der der erhabnen, heißt ein **Concav-convex** (Lens

concavo-convexa, *Verre concavo-convexe*). Diese drey Arten, welche in der Mitte dünner, als am Rande, sind, machen zusammen die Classe der **hohlen Linsen** oder **Hohlgläser** (Lentes concavae, *Verres concaves*) aus, und heißen bisweilen wegen des Gebrauchs, den man davon macht, Augengläser.

Bey allen diesen Glaslinsen heißt die Linie AB, welche durch die Mittelpunkte beyder Krümmungen geht, oder bey Fig. 105 und 108 durch den Mittelpunkt der Krümmung senkrecht auf die ebne Seite gesetzt wird, die **Axe der Linse**. Sie muß genau durch die Mitte der Linse durchgehen; und man sagt alsdann, das Glas sey richtig **centrirt**.

Bey einer richtig centrirten Linse sind die Flächen um die Mitte mit einander parallel. Ist also die Dicke der Linse nicht beträchtlich, so kan man nach Th. I. S. 433. Num. 4. beym Worte **Brechung**, ohne Fehler annehmen, **daß jeder auf die Mitte einer Linse fallende Stral ungebrochen durchgehe.**

Man nennt bisweilen eine Glaslinse einzollig, zweyzollig, dreyfüßig u. s. w., wenn die Durchmesser beyder Krümmungen (oder bey Fig. 105 und 108 der Durchmesser der einzigen Krümmung) 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Fuß rc. betragen. Haben die beyden Krümmungen verschiedene Durchmesser, wie beym Convexoconvex sehr oft, und beym Meniskus allemal, so läßt sich diese Benennung gar nicht anwenden. Es ist also überhaupt besser, sich derselben zu enthalten.

Die Linsengläser dienen zu so vielen nützlichen Werkzeugen, daß es wohl der Mühe lohnt, hier etwas von den Gründen ihrer allgemeinen Theorie beyzubringen. Ich werde hiebey zuerst die Brechung des Lichts durch einzelne krumme Flächen, dann die durch Linsengläser mit zwo Flächen betrachten, hieraus die Eigenschaften der Linsengläser herleiten, und zuletzt zeigen, wie sich die Gegenstände darstellen, die man durch solche Gläser betrachtet.

Brechung durch eine Kugelfläche.

Wenn PQ, Taf. XIII. Fig. 110. den Durchschnitt einer

Kugelfläche vom Halbmesser CA vorstellet, so läßt sich er Weg des Lichtstrals BP, nach der Brechung bey P, urch **Zeichnung** finden. Denn das Einfallsloth ist als-ann die aus dem Mittelpunkte der Kugel gezogne Linie CPL (s. **Einfallsloth**), und die Fläche des Papiers wird ie Brechungsebne, in der also auch der gebrochne Stral ergeht, s. **Brechungsebne**. Man darf also nur CPL iehen, wodurch sich der Einfallswinkel x giebt, dessen Sinus aus den Tafeln bekannt wird. Ist nun das Bre-hungsverhältniß m : n auch bekannt, so erhält man daraus en Sinus des Brechungswinkels y, welcher $= \frac{n}{m} . \sin. x$ st, und hieraus mittelst der Tafeln den Winkel y selbst, er an CP bey P angesetzt, die Linie PV, oder den Weg es gebrochnen Strales giebt.

Weil doch hier die Rede nur von Glasflächen ist, in elche die Stralen aus der Luft übergehen, so hat man n : n = 3 : 2, daß also $\sin. y = \frac{2}{3} \sin. x$ wird, wofür sich, enn x nicht über 30° beträgt, ohne großen Fehler $y = \frac{2}{3} x$ ehmen läßt. Dies erleichtert die Zeichnung noch mehr. Man darf nur zwischen den Schenkeln des Winkels CPR, elches der Vertikalwinkel von x ist, einen Bogen mit eliebigem Halbmesser beschreiben, denselben in drey Thei-e theilen, und zwey Theile davon für das Maaß von y echnen.

Auf diese Art kan man leicht finden, daß Stralen, elche auf die Kugelfläche PQ, Taf. XIII. Fig. 111. mit er Axe AC parallel auffallen, sich bey V, wo AV = CA ist, oder in einer Entfernung von drey Halbmessern er Kugelfläche vereinigen, und so andere Sätze mehr, der-leichen schon **Kepler** (Dioptr. prop. 35. sq.) erwiesen hat.

Weit allgemeiner aber läßt sich die Brechung in Ku-elflächen durch folgende **Rechnung** bestimmen.

Es sey Taf. XIII. Fig. 110. QP eine Kugelfläche vom Halbmesser CA = r, durch welche der in A senkrecht einfal-ende Stral BACV ungebrochen durchgeht, und die Axe orstellt. **Ein leuchtender Punkt B in dieser Axe**, dessen

Abstand BA = b ist, sende auf sie den Stral BP, welcher nach dem Brechungsverhältnisse m : n gegen PV gebrochen wird. Man fragt, wo dieser gebrochne Stral die Axe erreiche, oder man sucht AV.

Vorausgesetzt, daß P sehr nahe bey A liege, also die Winkel t, o, x, y, u sehr klein sind, verhalten sich t, o, u umgekehrt, wie b, r, AV; auch x : y = m : n. Daher ist

$$o : t = b : r$$
$$o : x = b : b + r, \text{ weil } x = o + t$$
$$x : y = m : n$$
$$o : y = mb : nb + nr$$
$$u : o = (m-n)b - nr : mb, \text{ weil } u = o - y$$

Aber $u : o = r : AV$

Daher $AV = \frac{mbr}{(m-n)b - nr}$

Diese Formel giebt für die Brechung aus Luft in Glas, wo $m = 3$, $n = 2$ ist, $AV = \frac{3br}{b - 2r} = \frac{3r}{1 - 2r : b}$ woraus sich nun alles herleiten läßt, was über die Brechung durch eine Kugelfläche gefragt werden kan. Es wird aber genug seyn, dies nur durch einige Beyspiele zu erläutern.

I. Sind die einfallenden Stralen, wie bey Fig. 111. mit der Axe parallel, so ist b oder AB unendlich groß. Daher verschwindet 2r : b, und es wird AV = 3r oder jeder Stral vereiniget sich mit der Axe in der Entfernung des dreyfachen Halbmessers.

II. Ist BA dem Durchmesser der Kugel gleich, d. i. b = 2r, so wird b − 2r = 0, also AV unendlich groß. Die Stralen vereinigen sich also gar nicht, sondern laufen nach der Brechung mit der Axe parallel.

III. Ist BA kleiner, als der Durchmesser, z. B. nur dem Halbmesser gleich, oder b = r, so wird AV = − 3r oder negativ. Dies heißt: den Stralen widerfährt das, was der Vereinigung entgegengesetzt ist, sie werden diver-

ent oder **zerstreut.** Im angenommenen Beyspiele fah- en sie so aus einander, als ob sie aus einem Punkte kämen, welcher um die Weite 3r **vor der Kugelfläche läge.**

IV. Ist die Kugelfläche QP **hohl**, so hat ihr Halbmesser CA eine der vorigen entgegengesetzte Lage, ist also **negativ**, oder $-r$. Hiebey wird $AV = -\frac{3br}{b+2r}$, also auch negativ, oder die Stralen werden so zerstreut, als ob sie aus einem vor der Kugelfläche liegenden Punkte kämen.

V. Sind die Stralen vor der Brechung schon **convergent**, so liegt der Punkt der Axe, gegen den sie gerichtet sind, oder B, **hinter** A, und BA oder b wird **negativ.** Dafür giebt die Formel $AV = \frac{-3br}{-b-2r} = \frac{3br}{b+2r}$. Solche Stralen bleiben bey einer erhabnen Fläche, wo r positiv ist, allezeit convergent; bey einer hohlen, wo r negativ ist, werden sie parallel, wenn $b = 2r$ und divergent, wenn b größer ist, als 2r.

VI. Für Brechung **aus Glas in Luft** wird das Brechungsverhältniß $n : m$, also verwechseln m und n ihre Stellen und es wird

$$AV = \frac{nbr}{(n-m)b - mr} = \frac{2br}{b+3r}.$$

Der negative Werth dieser Formel zeigt, daß bey dieser Brechung erhabne Flächen die divergenten Stralen zerstreuen. Für **hohle** Flächen giebt sie die Resultate, wenn man r, für **convergente** Stralen, wenn man b negativ setzt. Um alles das in ein Beyspiel zusammenzufassen, setze man, Fig. 111. fielen die Stralen, die schon durch die Vorderfläche der Glaskugel Qp so gebrochen waren, daß sie nach V zu giengen, an der Hinterfläche qp wieder aus dem Glase in die Luft; und man suche v, wo sie sich nach dieser zweyten Brechung vereinigen werden. Hier ist wegen der hohlen Fläche qp und des Convergirens der Stralen, sowohl r als b negativ, und zugleich wird aV oder b =

$AV - Aa = 3r - 2r = r$. Daher wird $av = \frac{2rr}{r+3r} = \frac{1}{2}r$. Dies erweißt zugleich den Satz: **Eine Glaskugel vereinigt Parallelstralen hinter sich in der Weite $\frac{1}{2}r$**, oder die Brennweite der Glaskugel ist dem vierten Theile ihres Durchmessers gleich.

Brechung durch Linsengläser.

Hinter der Kugelfläche QAP, Taf. XIII. **Fig.** 112., für welche alles so, wie bey Fig. 110. ist, gehe der gebrochne Stral PV durch eine zweyte Kugelfläche QDP vom Halbmesser $ED = \varrho$, aus dem Glase wieder in Luft über, so wird er bey R nach dem Brechungsverhältnisse $n : m$ gegen RF gebrochen. Der Punkt, wo er die Axe erreicht, heiße F. Man sucht $DF = \varphi$.

Vorausgesetzt, daß die Dicke der Linse AD unbeträchtlich ist, und, wie im vorigen, P sehr nahe bey A liegt, verhalten sich die Winkel o, p, v umgekehrt wie r, ϱ, φ, auch ist $w : z = n : m$. Daher

$$o : p = \varrho : r$$
$$u : o = (m-n)b - nr : mb, \text{ aus dem vorigen}$$
$$u : p = (m-n)b\varrho - nr\varrho : mbr$$
$$p : w = mbr : mbr + (m-n)b\varrho - nr\varrho, \text{ weil } w = p + u$$
$$w : z = n : m$$
$$p : z = nbr : mb(r+\varrho) - nb\varrho - nr\varrho$$
$$v : p = mb(r+\varrho) - nb(r+\varrho) - nr\varrho : nbr, \text{ weil } v = z - p$$
$$= (m-n)b(r+\varrho) - nr\varrho : nbr$$

Aber $v : p = \varrho : \varphi$

$$\text{Daher } \varphi = \frac{nbr\varrho}{(m-n)b(r+\varrho) - nr\varrho}$$

Ist nun QAPD eine Linse von Glas, durch welche ein Lichtstral aus Luft wieder in Luft übergeht, so wird $m : n = 3 : 2$ und man hat

$$A.)\ \varphi = \frac{2br\varrho}{b(r+\varrho) - 2r\varrho} = \frac{2r\varrho}{r+\varrho - 2r\varrho : b}.$$

Unter den angenommenen Voraussetzungen giebt diese Formel für alle Stralen, welche von dem leuchtenden Punkte zwischen A und P einfallen, einerley F, und so wird nach allen Seiten zu das Licht, welches in dem Kreise um A vom Halbmesser AP, auf die Linse fällt, hinter ihr in dem Punkte F vereiniget. Dieser Punkt F heißt daher der **Vereinigungspunkt**, und weil sich in ihm der leuchtende Punkt B, Fig. 110. wieder abbildet, der **Ort des Bildes**; DF oder φ ist die **Vereinigungsweite**, der **Abstand des Bildes vom Glase**. Wird der Werth von φ **negativ**, so fällt F **vor** das Glas; oder die Stralen laufen hinter demselben so **aus einander**, als ob sie aus F herkämen. Dann heißt F der **Zerstreuungspunkt**, DF oder φ die **Zerstreuungsweite**, und es entsteht kein Bild.

Sind die einfallenden Stralen der Axe parallel, oder ist b unendlich groß, so verschwindet $2r\varrho : b$, und es wird $DF = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$. Dies ist der Fall, wenn die einfallenden Stralen von der Sonne herkommen, und weil sie alsdann in ihrem Vereinigungspunkte F brennen, so heißt er der **Brennpunkt**, und DF die **Brennweite der Linse**. Man nenne diese Brennweite f, so ist

$$B.)\ f = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}.$$

Aus dieser Formel, welche schon **Cavalleri** gefunden haben soll, haben wir die Brennweiten der sphärischen Linsengläser unter dem Artikel: **Brennweite** (Th. I. S. 459. 460.) hergeleitet.

Wenn man in der mit A.) bezeichneten Formel sowohl den Zähler, als den Nenner, durch $r+\varrho$ dividiret, und was herauskömmt, mit B.) vergleicht, so giebt

der Zähler, bf
des Nenners erster Theil, b
des Nenn. zweyter Theil, — f,

und man erhält die sehr bequeme Formel

$$C.)\ \varphi = \frac{bf}{b-f}.$$

oder: **Die Vereinigungsweite ist gleich dem Producte des Abstands des leuchtenden Punkts in die Brennweite, dividirt durch den Abstand weniger der Brennweite.**

Durch die Formeln B.) und C.) lassen sich nun, aus den Halbmessern der beyden Krümmungen, die Brennweiten, und aus diesen die Vereinigungsweiten bey jeder Art von Linsengläsern leicht bestimmen. Es sey z. B. für einen Meniskus der Halbmesser der erhabnen Fläche 3 Zoll, der hohlen 4 Zoll (welcher letztere negativ ist) so hat man aus B.) die Brennweite $= \frac{2.\ 3.\ 4}{4-3} = 24$ Zoll. Steht ein sichtbarer Gegenstand 36 Zoll weit vor dem Glase, so ist aus C.) die Vereinigungsweite $\frac{36.\ 24}{36-24} = 72$ Zoll, oder das Bild entwirft sich 72 Zoll weit hinter dem Glase.

Wenn die Weite des Gegenstands vom erhabnen Linsenglase der doppelten Brennweite gleich, oder $b = 2f$ ist, so ist die Weite des Bildes eben so groß. Denn alsdann ist $\varphi = \frac{2ff}{2f-f} = 2f$.

Beym **Hohlglase** thut man am besten, gleich den Werth von $-f$ und $-\varphi$ zu suchen, welche unmittelbar die vor das Glas fallenden Zerstreuungsweiten für unendlich entfernte und für nähere Gegenstände geben. Ist z. B. beym Concav concav der Halbmesser der einen Fläche 2 Zoll, der andere 6 Zoll, so ist $-f = \frac{2.\ 2.\ 6.}{2+6} = 3$ Zoll. Und wenn ein Gegenstand 6 Zoll weit von dem Glase steht, wird $-\varphi = \frac{3.\ 6.}{3+6} = 2$ Zoll, d. i. die Stralen divergiren

, als ob sie aus einem 2 Zoll vor dem Glase gelegnen unkte ausführen.

Eigenschaften der Linsengläser.

Wenn auf eine **erhabne Linse** divergirende Stralen us einem leuchtenden Punkte fallen, so werden sie nach er Brechung 1.) weniger divergirend, wenn b kleiner ist, s f; 2.) parallel, wenn b=f; 3.) convergirend, wenn größer ist, als f. Im leztern Falle vereinigen sich diese Stralen wieder in einen Punkt, und es entsteht hinter dem Glase ein **Bild** des leuchtenden Gegenstands.

Mit diesem Bilde geht es so zu. Der Punkt A des Gegenstands AB, Taf. XIII. Fig. 113. wirft einen Stralenkegel auf die Linse DE, dessen Stralen sich in a wieder sammeln, o Ca=φ ist, wenn man AC=b, und die Brennweite es Glases CF=f nennt. Eben so wirft der Punkt B einen Stralenkegel auf die Linse, dessen mittelster Stral BC, eil er die Mitte der Linse trifft, ungebrochen fortgeht. Mit diesem vereinigen sich alle übrige Stralen des Kegels ieder bey b, und bilden hier den Punkt B des Gegenstands b. Alle zwischen A und B liegende Punkte machen ihre Bilder zwischen a und b, woraus also in ab ein **umgekehrtes Bild** des Gegenstands entsteht. Die Größe dieses Bildes ab verhält sich zur Größe des Gegenstands AB, wie Ca:CA oder wie φ:b. Das ist, wenn man für φ einen Werth aus C.) sezt, wie f:b−f.

Wenn der Gegenstand AB sehr entfernt, oder b unendlich groß ist, so wird φ=f, oder: **Bilder unendlich entfernter Gegenstände fallen in den Brennpunkt** der Brennraum. Rückt der Gegenstand näher, so rückt das Bild weiter vom Brennpunkte ab. Kein Bild kan also dem Glase näher liegen, als der Brennpunkt. Kommt der Gegenstand AB in die Entfernung, die der doppelten Brennweite gleich ist, oder ist b=2f, so wird auch φ=2f, oder sein Bild rückt in eben diese Entfernung hinter dem Glase. Alsdann ist auch das Bild eben so groß, als der Gegenstand. Rückt der Gegenstand noch näher an das Glas, so rückt das Bild noch weiter ab, und wird nun

größer. Steht der Gegenstand im Brennpunkte selbst, oder ist $b = f$, so wird φ unendlich, d. h. er macht ein unendlich großes Bild in einer unendlichen Entfernung. Alsdann sind die aus A kommenden Stralen nach der Brechung nicht mehr convergirend, sondern parallel. Hieraus hat man den Satz: **Stralen, die aus dem Brennraume eines erhabnen Glases kommen, werden nach der Brechung unter einander parallel.** Wenn endlich der Gegenstand noch näher beym Glase steht, als der Brennpunkt, so entsteht gar kein Bild, weil die aus A kommenden Stralen gar noch **divergirend bleiben**; aber diese Stralen werden doch verlängert vor dem Glase in einen Punkt α zusammen kommen, den man als ein *unsichtbares* **Bild** von A betrachten kan. Dies zeigt auch die Formel C.), welche, wenn $b < f$ ist, ein negatives φ, oder eine **Zerstreuungsweite** giebt, für welche $-\varphi = \frac{bf}{f-b}$ wird.

Wenn aber auf die erhabne Linse convergirende Stralen fallen, so werden sie nach der Brechung noch mehr convergent, und ihre Vereinigungspunkte rücken näher an die Linse heran, als der Brennpunkt. Alsdann ist nemlich b negativ, und es wird $\varphi = \frac{bf}{b+f}$, welches allezeit kleiner, als b, auch kleiner, als f, seyn muß.

Die allgemeine Eigenschaft der erhabnen Gläser ist also, die Lichtstralen weniger divergent, oder mehr convergent zu machen, d. i. sie näher zusammenzulenken. Sie heißen deswegen auch **Sammlungsgläser, Collectivgläser.**

Man kan sich die Theorie der Bilder, welche sie machen, am bequemsten durch eine Lichtflamme erläutern, wenn man dieselbe vor das Glas stellt, und mit einem Papiere hinter dem Glase den Ort sucht, wo sich das umgekehrte Bild der Flamme deutlich zeigt. Gesetzt, die Brennweite des Glases sey 4 Zoll. Man stelle sich anfänglich sehr weit von dem Lichte, so wird man das Bild

ehr klein und sehr wenig über 4 Zoll vom Glase finden. Geht man allmählig näher, so muß man das Papier immer etwas weiter vom Glase abhalten, wenn das Bild deutlich seyn soll, auch wird das Bild immer größer. Kömmt man dem Lichte auf 8 Zoll nahe, so findet man das Bild auch 8 Zoll vom Glase entfernt, und eben so groß, als die wirkliche Flamme. Rückt man das Glas noch näher, so muß man das Papier wieder rückwärts entfernen, und das Bild vergrößert sich nun sehr stark, bis man endlich in der Entfernung 4 Zoll vom Lichte gar keinen Ort für das Bild mehr findet.

Wenn auf ein **Hohlglas** parallele Stralen fallen, so werden sie so zerstreut, als ob sie aus einem näher vor dem Glase liegenden Punkte ausgegangen wären. Dieser Punkt ist alsdann der Ort eines **unsichtbaren Bildes**, sein Abstand vom Glase f ist negativ, und deutet eigentlich eine Zerstreuungsweite an, der man aber doch gewöhnlich auch den Namen der **Brennweite** giebt. Man s. das Wort **Brennweite** (Th. I. S. 460.), ingl. **Zerstreuungspunkt.**

Fallen aber auf das Hohlglas Stralen aus einem leuchtenden Punkte, welche schon divergiren, so werden sie nach der Brechung noch mehr divergiren. Dies zeigt die Formel C.), wenn man in ihr f negativ setzt. Sie giebt alsdann

$-\phi = \frac{bf}{b+f}$, d. i. eine Zerstreuungsweite, die allemal

kleiner, als bf, und als f, ist, daß also das **unsichtbare Bild** allezeit näher, als der Gegenstand selbst, auch näher als der Brennpunkt, liegt.

Bekömmt endlich ein Hohlglas convergirende Stralen, so schwächt es deren Convergenz. Es wird alsdann b negativ, und $\phi = \frac{bf}{f-b}$, daß also solche Stralen 1.) weniger convergirend werden, wenn b kleiner ist, als f, 2.) parallel werden, wenn b = f, 3.) gar divergirend ausgehen, wenn b größer ist, als f. Der zweyte Fall giebt den Satz: **Stralen, die nach dem Brennpunkte eines**

Hohlglases zu convergiren, laufen nach der Brechung mit einander parallel.

Wegen der allgemeinen Eigenschaft, die Stralen mehr zu zerstreuen, oder doch ihre Convergenz zu schwächen, heißen die Hohlgläser auch **Zerstreuungsgläser**.

Alle diese Sätze gelten nur für Linsen, deren Dicke unbeträchtlich ist (also nicht für die Kugel) und für Stralen, welche sehr nahe an der Mitte einfallen. Weil man aber in den dioptrischen Werkzeugen nur diese mittlern Stralen einläßt, s. **Blendung**, **Apertur**, so kan man die Theorie dieser Werkzeuge auf obige Sätze gründen. Stralen, die weit von der Axe ab einfallen, kommen freylich nicht genau nach F, und stören daher die Deutlichkeit der Bilder, s. **Abweichung, dioptrische**.

Descartes (Dioptr. cap. 8.) zeigt, wenn man in einer Ellipse das Verhältniß der großen Axe zur Entfernung beyder Brennpunkte, wie m:n (oder, wie 3:2) nähme, so würden die mit der Axe parallel auf das elliptische Sphäroid fallenden Stralen genau in dem entfernten Brennpunkte vereiniget werden. Die **Hyperbel** hat in Absicht auf hohle Flächen eine ähnliche Eigenschaft. Dadurch ließen sich Linsen mit elliptischen und hyperbolischen Flächen angeben, welche alle mit der Axe parallelen Stralen in F genau vereinigten. Allein für die schiefen Stralen, die von Punkten außer der Axe herkommen, würde die Abweichung dabey noch größer werden; und die weit beträchtlichere Abweichung wegen der Farbenzerstreuung würde dabey noch immer unvermieden bleiben.

Erscheinungen der Gegenstände durch Linsengläser.

Wenn man AB, Taf. XIII. Fig. 113. durch das Glas DE betrachtet, so ist es soviel, als ob das Auge das Bild ab sähe. Denn, wenn auch gleich das Bild nicht da ist, oder erst hinter dem Auge liegt, so gehen doch die ins Auge kommenden Stralen alle so, als ob sie vom Bilde herkämen, oder dasselbe hinter dem Auge noch entwerfen woll-

) das Bild wirklich da ist, oder nicht, ist ein sehr
tiger Umstand.

achtet man also einen Gegenstand durch ein Hohl-
) ist es soviel, als ob man das vor dem Glase lie-
ild αβ sähe. Da dieses allezeit näher liegt, als
t, so ist es kleiner, und das Auge sieht die Sache
) ein Hohlglas verkleinert, aufrecht, und deutlich,
überhaupt in der Entfernung Oα, d. i. in einer
Entfernung deutlich sieht. Daher dienen **hohle**
läser den Myopen, um entfernte Gegenstände
: zu sehen.

t man hingegen auf AB durch ein **erhabnes**
o hat man vielerley Fälle zu unterscheiden.

:gt der Gegenstand dem Glase nahe, oder ist $b < f$,
Bild vor dem Glase in der Entfernung $\frac{bf}{f-b}$.
int dem Auge aufrecht, und deutlich, wenn das
der Entfernung Oα deutlich sieht. Auch ist das
ßer, als der Gegenstand, daher man in diesem
rgrößerung mit Deutlichkeit zugleich erhalten kan.
iucht man die Convexgläser als **Brillen** und **Lou-**
Brillen, Mikroskop.

egt der Gegenstand im Brennpunkte selbst, wo
) rückt das Bild in eine unendliche Entfernung.
wird es aufrecht, und von dem Presbyten deutlich
In welchem Sinne des Worts hiebey Vergröße-
: finde, s. bey dem Worte: **Mikroskop.**

egt der Gegenstand über den Brennpunkt hinaus,
st sich hinter dem Glase das umgekehrte Bild ab.
teht das Auge entweder zwischen Glas und Bild,
Bilde selbst, oder hinter dem Bilde.

wischen Glas und Bild convergiren die Stralen
: sich erst im Bilde vereinigen. Steht das Auge
ieht es den Gegenstand durch convergirende Stra-
l. undeutlich, übrigens aufrecht und vergrößert,
Winkel u größer, als ACB und AOB ist.

m Orte des Bildes selbst erhält das Auge nur

Stralen aus einem einzigen Punkte des Gegenstandes, die sich im Orte des Auges sammeln. Hier sieht es also gar nichts, als die Farbe dieses einzigen Punkts, die sich wie ein Schimmer über das ganze Glas verbreitet.

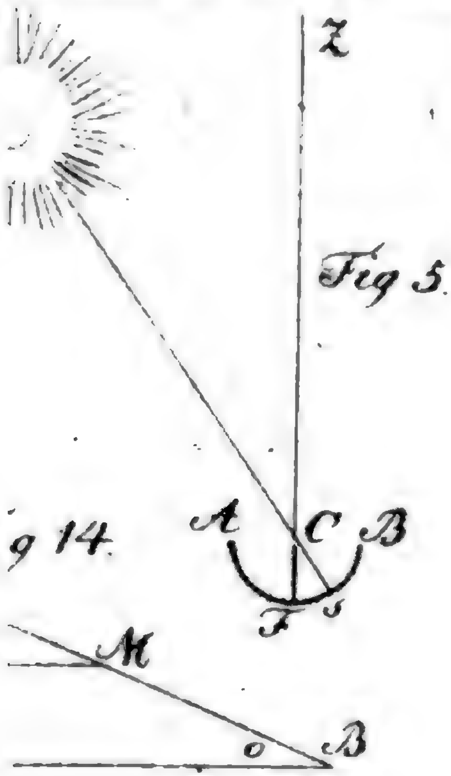
c.) Hinter dem Bilde endlich sieht das Auge das umgekehrte Bild ab, und zwar deutlich, wenn es von demselben so weit weg ist, als zum deutlichen Sehen erfordert wird; groß, wenn es demselben nahe steht, klein, wenn es davon entfernter ist. Bey Gläsern von sehr großen Brennweiten läßt sich hiebey Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden. So konnte **Tschirnhausen** durch seine großen Objectivgläser auf eine Meile weit die Blätter der Bäume unterscheiden (Act. Erud. 1710. Octobr. p. 466. *Wolf* Elem. Dioptr. §. 385.)

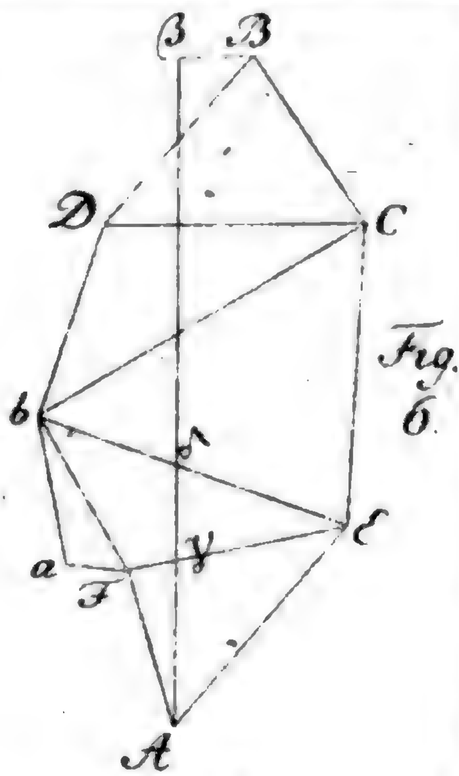
Der Gebrauch der Linsengläser ist weit älter, als ihre Theorie. Erst nachdem die Fernröhre erfunden waren, kamen **Kepler** und **Cavalleri** auf einige einzelne theoretische Sätze. **Descartes** machte zwar das Gesetz der Stralenbrechung zuerst bekannt, verfehlte aber die Theorie der Linsengläser gänzlich. **Barrow** (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) ist also erst derjenige, dem wir die geometrische Entwickelung derselben zu danken haben. Analytisch und so, wie hier, auf Stralen nahe an der Axe eingeschränkt, hat sie **Halley** (Philos. Trans. Nov. 1693. und Miscell. Cur. Vol. I.) zuerst vorgetragen. Ganz allgemein findet man sie in Herrn **Kästners** analytischer Dioptrik bey **Smith's** vollständ. Lehrbegrif der Optik, S. 81. u. f.

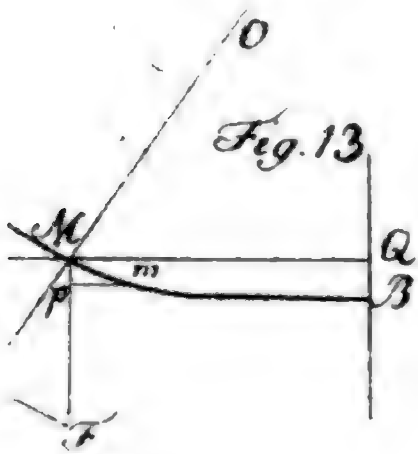
Kästner Anfangsgr. der Dioptrik, 3te Aufl. der Anfgr. der angew. Math. Göttingen, 1780 8. S. 345. u. f.

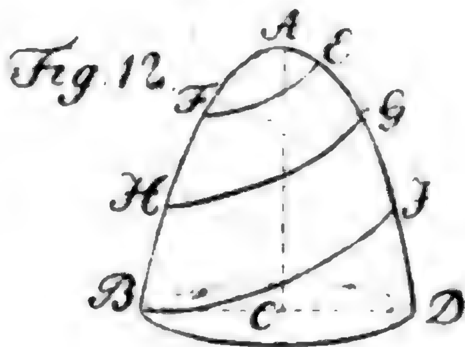
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 348. u. f.

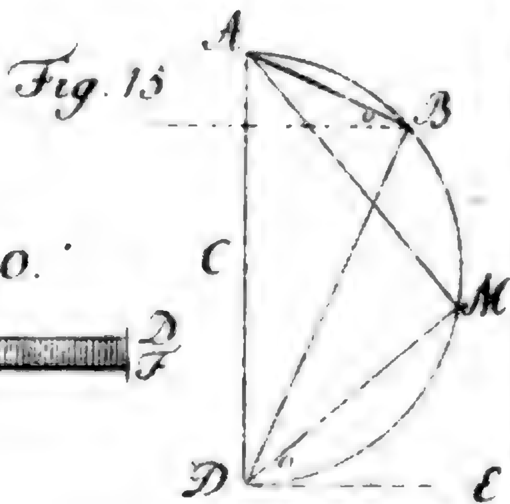
Ende des zweyten Theils.

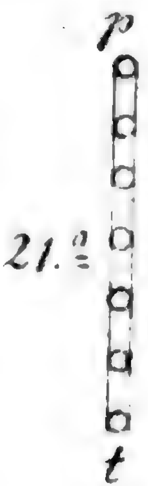

Z
Fig 5.
A
C
B
F

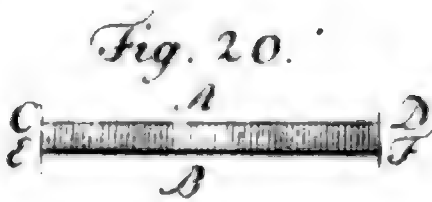

B
B
D
C
Fig.
6.
b
E
a
F
A

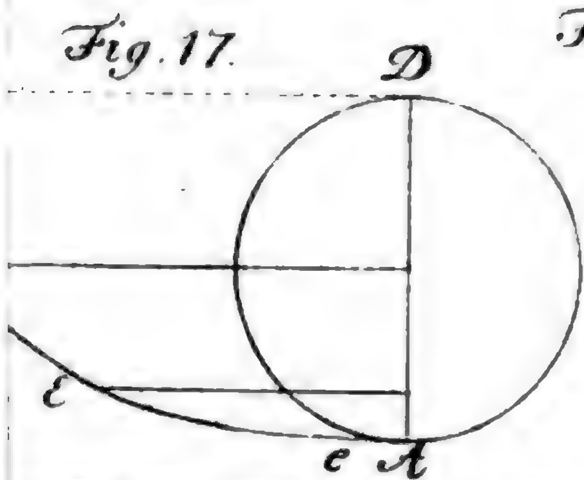

g 14.
M
B

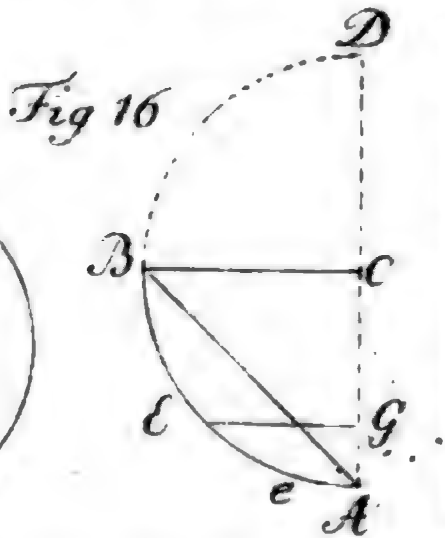

Fig 12.
A
E
F
G
H
J
B
C
D


A
Fig 15
B
C
M
D
E


p
21.
t


Fig. 20.
C
E
A
B
D
F


Fig. 17.
D
E
e
A


D
Fig 16
B
C
E
G
e
A

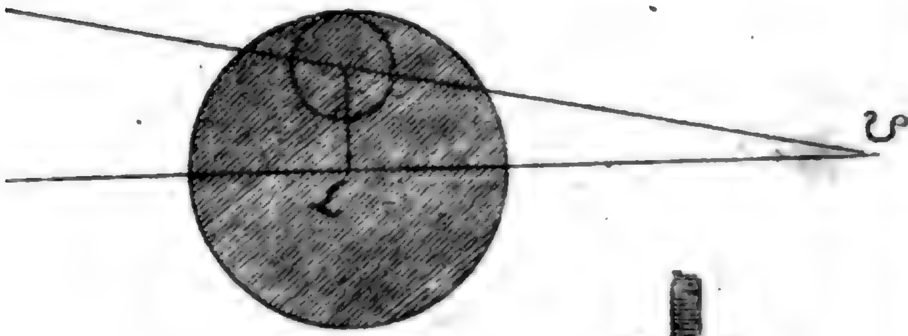
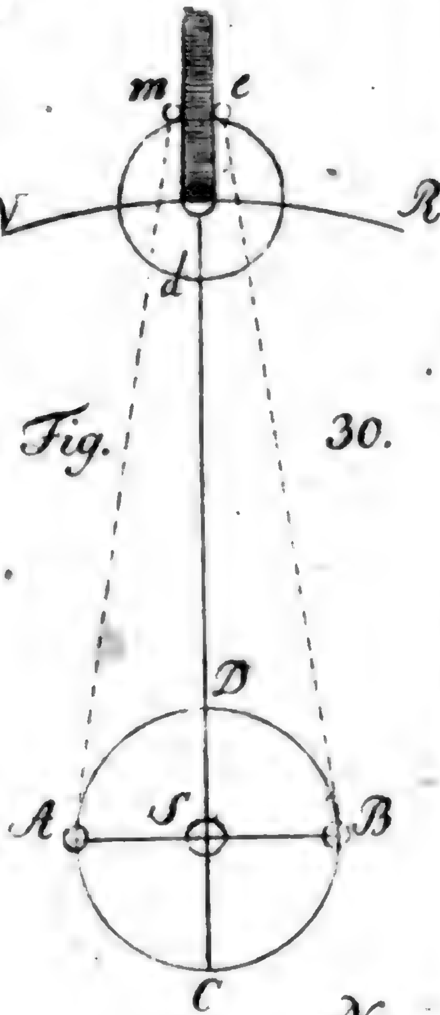
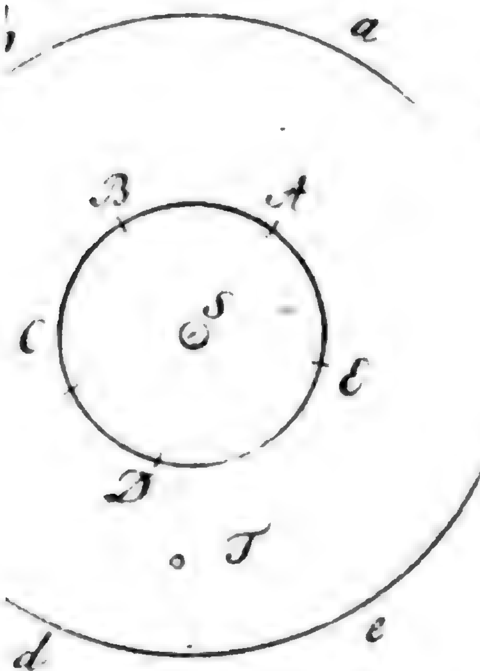
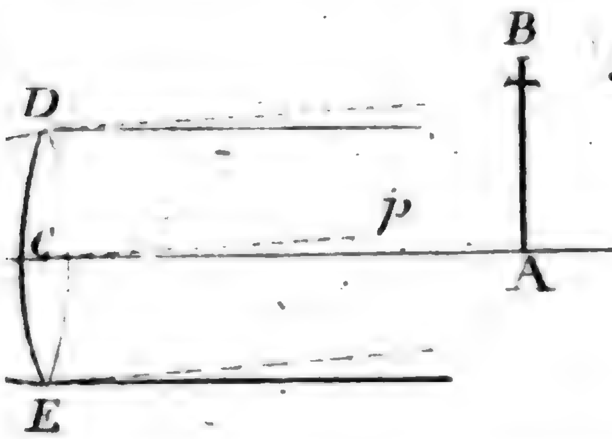

Fig. 28.
L
S


Fig. 32.
B
c
D


m
e
V
R
d
Fig. 30.
D
A
S
B
C


34.
a
B
A
C
S
E
D
T
d
e


N
B
C
Fig. 33.
F
G
M
K
O
J
H
E
D
P
L


B
D
p
C
A
E

Tab. X

Fig. 44

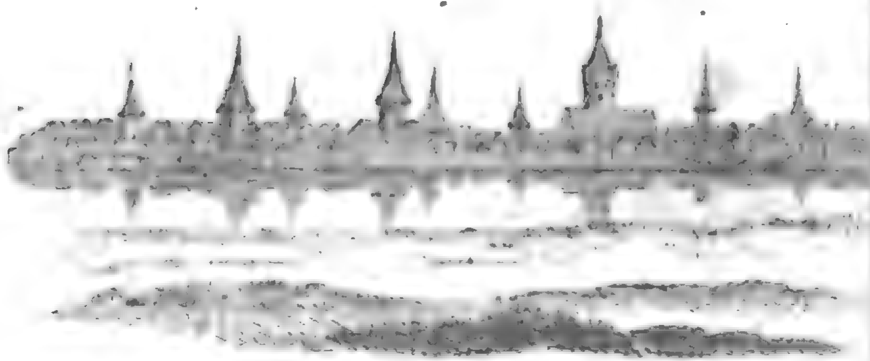


Fig. 40

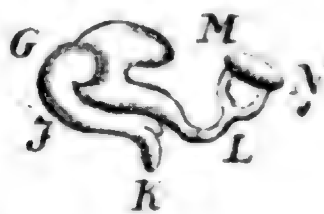


Fig. 39

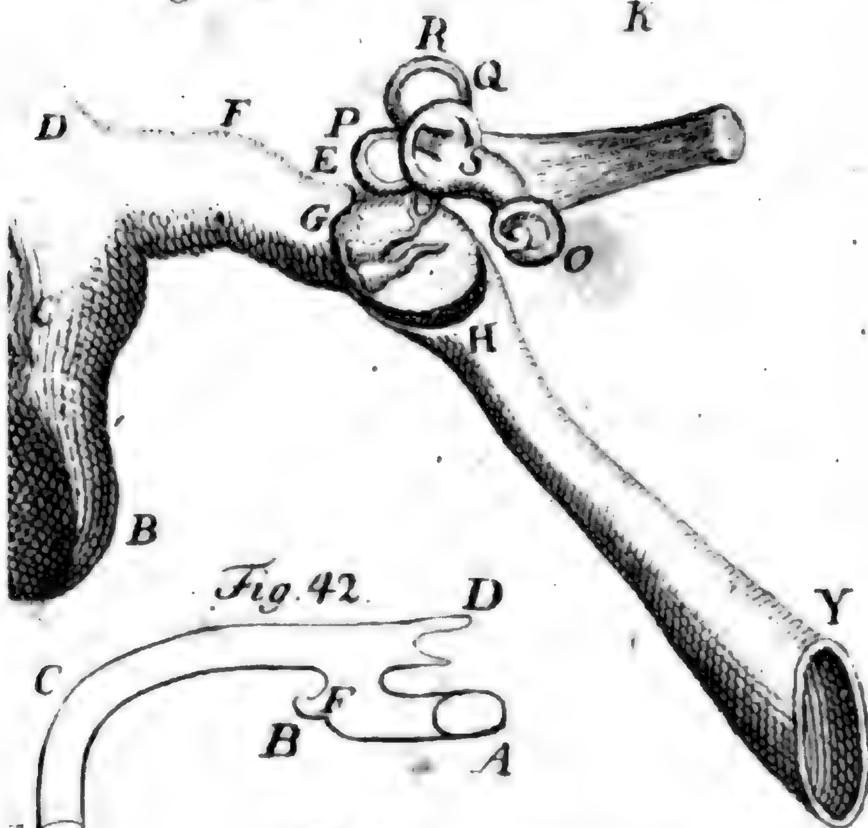


Fig. 42

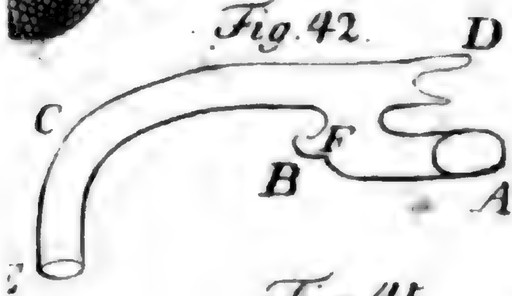


Fig. 41

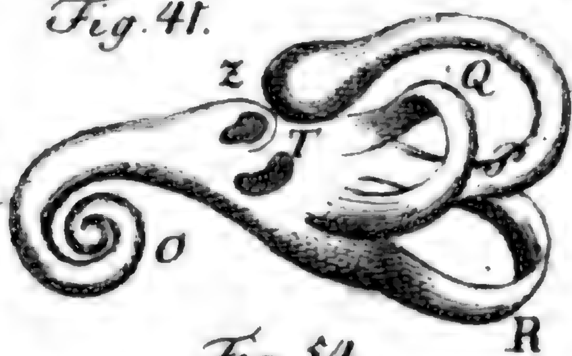
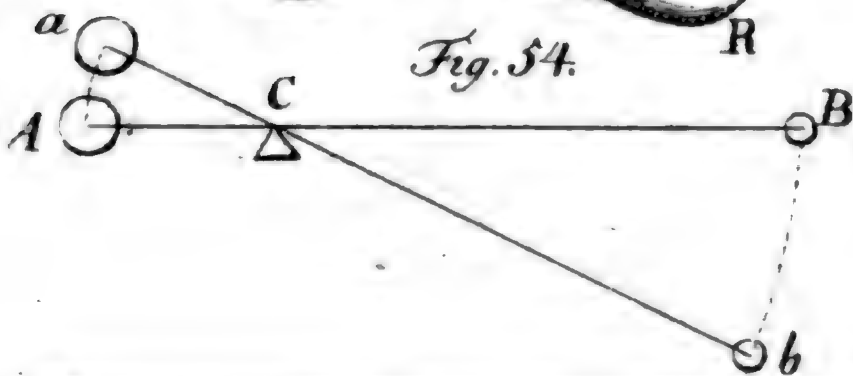
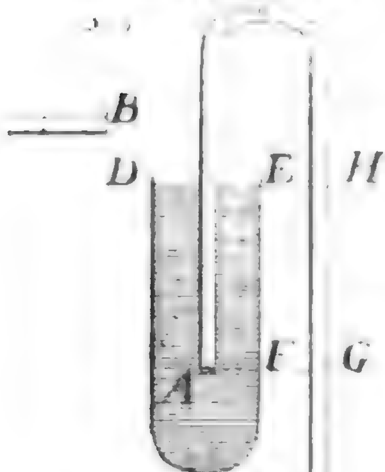
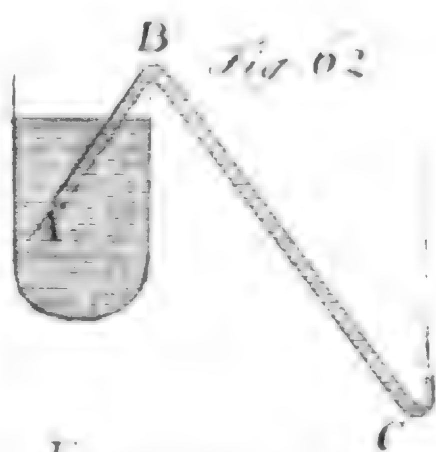
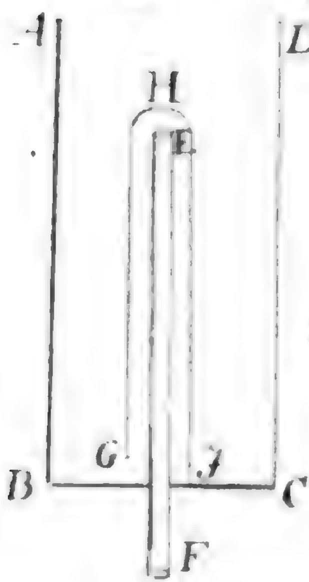


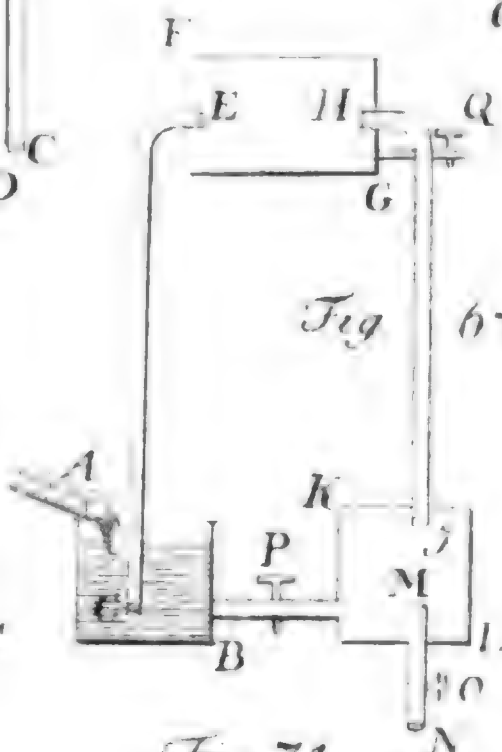
Fig. 54

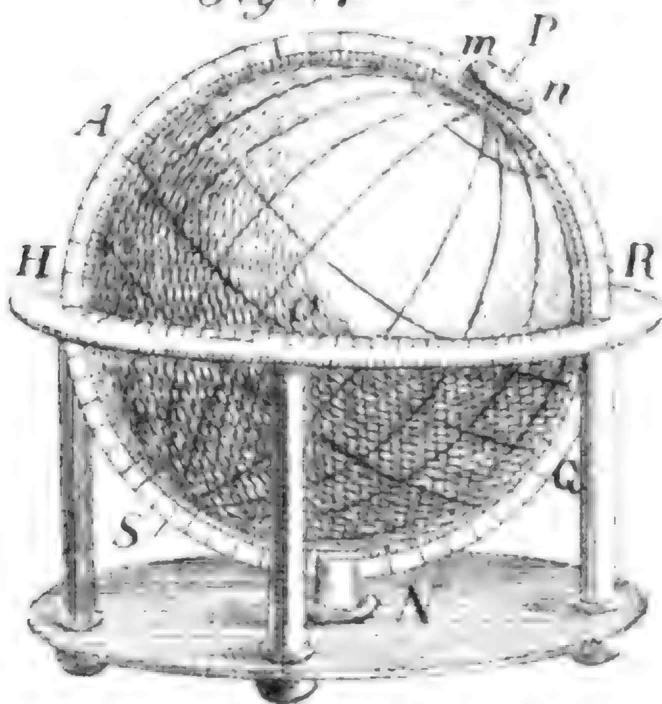


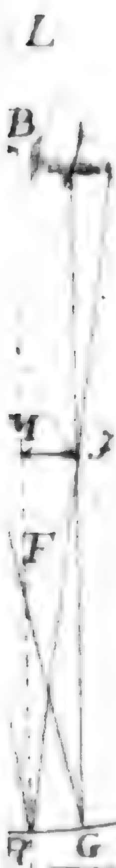

Fig. 61
E
B
B
D
E
H
F
G
A
C


Fig. 62
B
A
C


Fig. 66
A
D
H
E
G
B
C
F


Fig. 67
F
E
H
Q
G
A
K
P
M
B
L
N


Fig. 71
m
P
n
A
H
R
Q
S
N


L
B
F
G
V
N

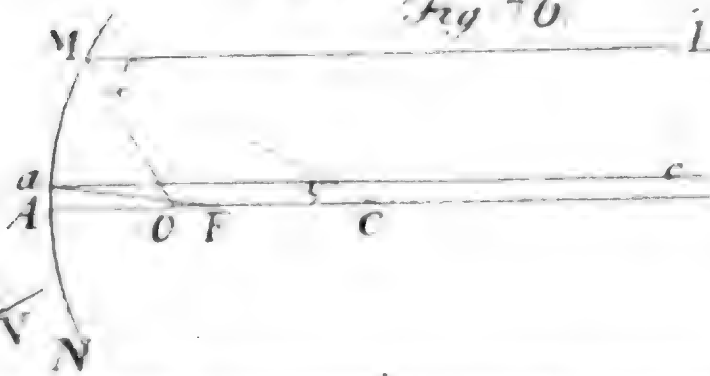

Fig. 76
M
L
a
A
O
F
C
c


Fig 81

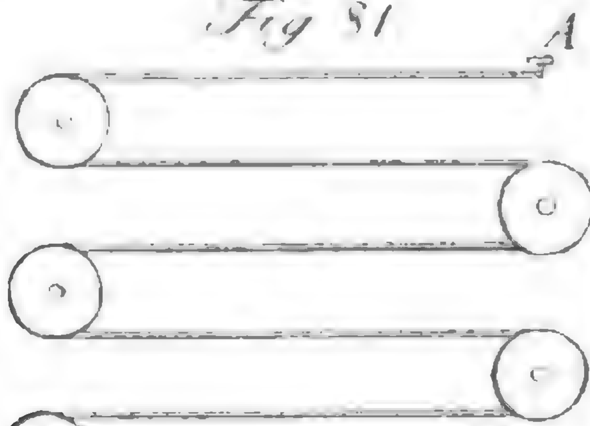
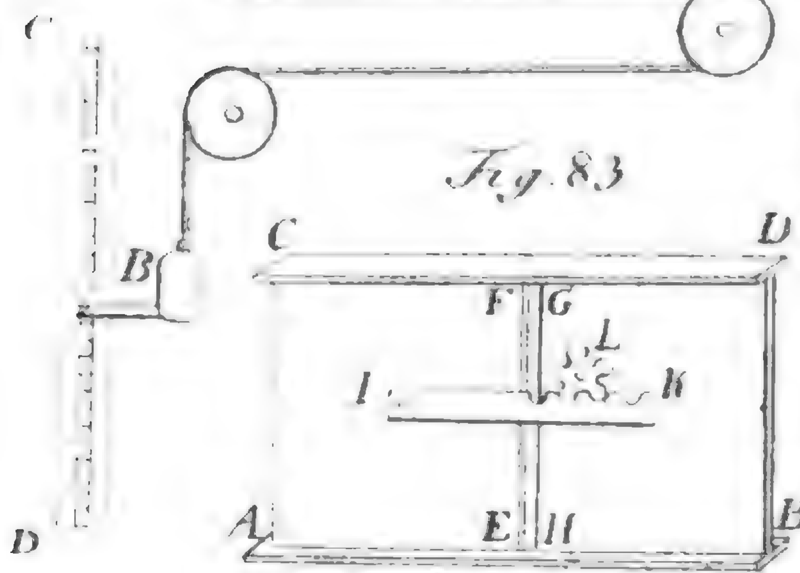
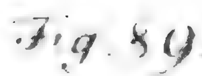

A


Fig. 83


C
B
D
C
D
F
G
L
I
K
A
E
H
B


Fig. 89

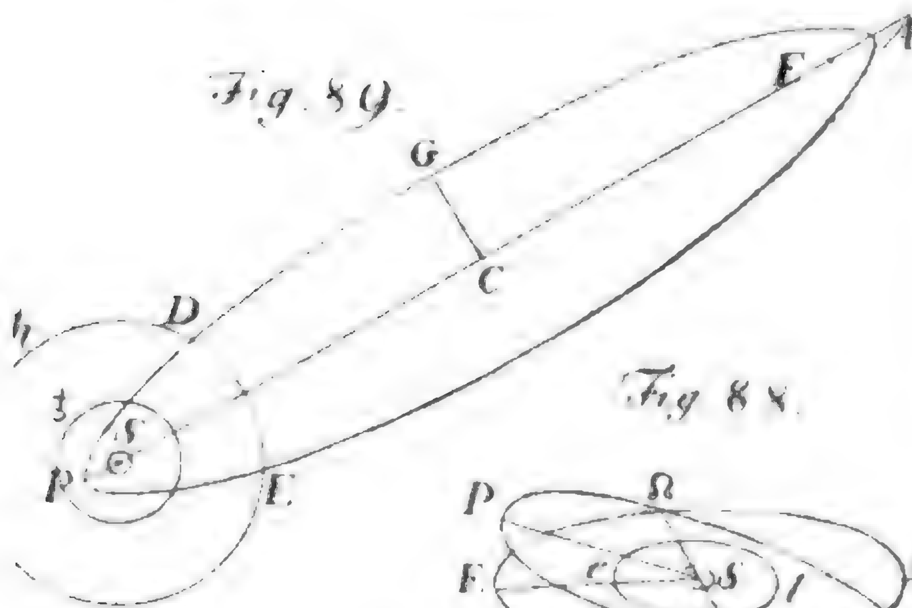
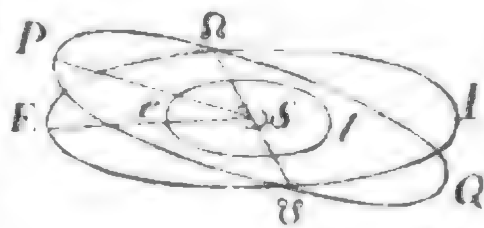
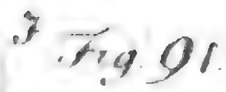
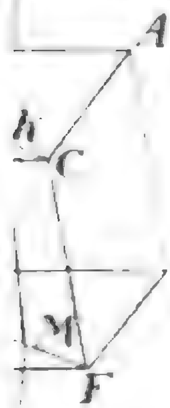
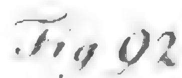

A
E
G
C
D
S
P
E

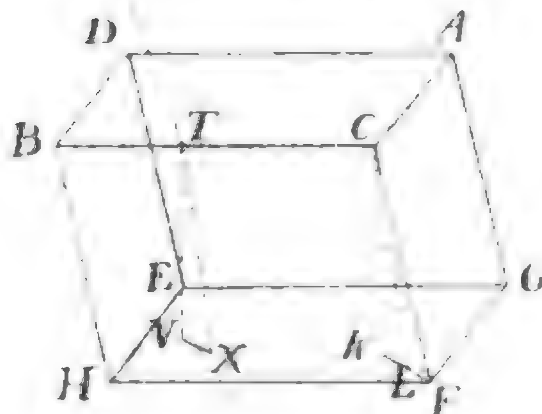

Fig 88.

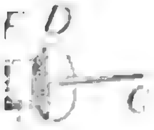

P
☊
F
S
L
Q
☋


Fig 91.

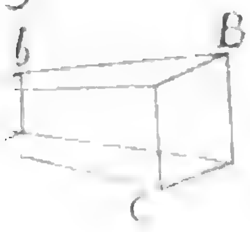

A
C
M
F


Fig 92


D
A
B
T
C
E
G
N
X
H
E
F


F D
C




b
B
C

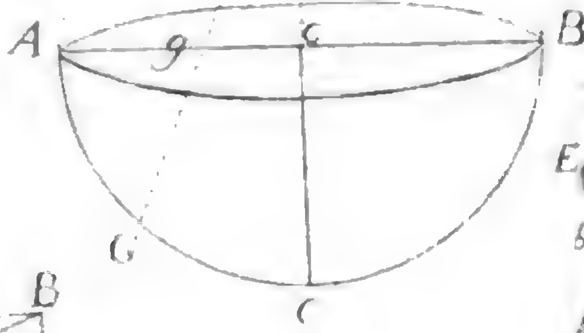
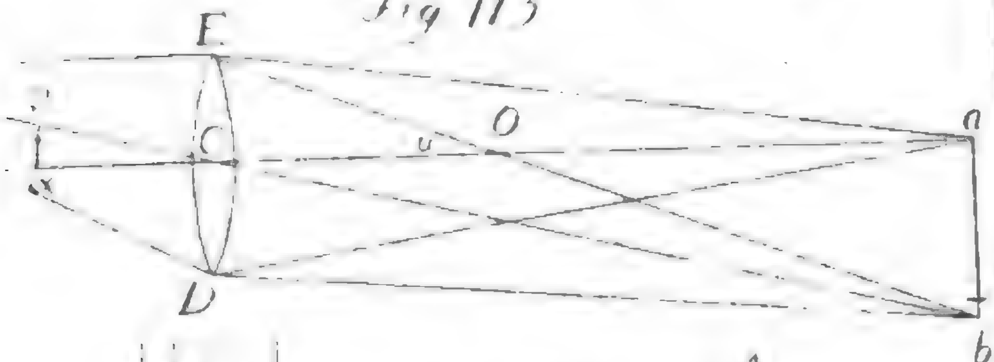
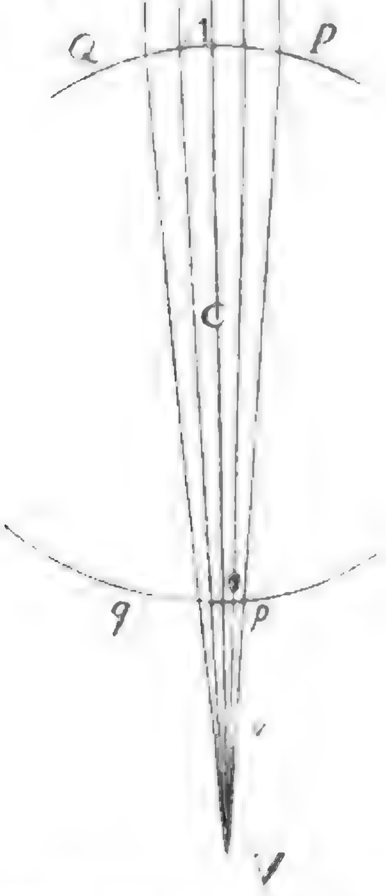
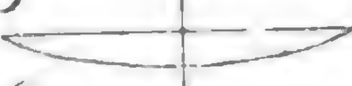

C
Fig. 100.
A
g
c
B
G
C

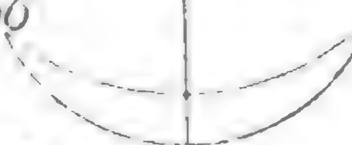

Fig. 101
E
c
b
a
g
d
F

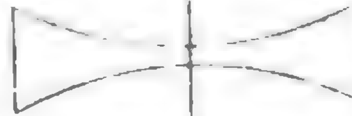

Fig. 113
E
O
a
C
D
b

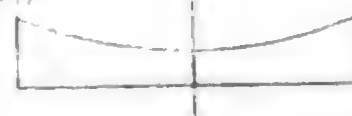

Fig
111
Q
1
P
C
q
p
V

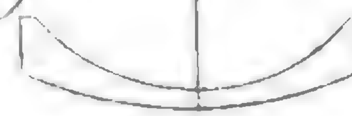

A
Fig. 104


Fig. 105


Fig. 106


Fig. 107


Fig. 108


Fig. 109
B



